



Memorias
Congreso Internacional
de Investigación Científica
Multidisciplinaria

Sección Sustentabilidad

MEMORIAS CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA, Año 6, No. 1, Enero – Diciembre 2018, es una publicación anual editada por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Ave. Eugenio Garza Sada 2501, 64849 Monterrey, N.L. México, Tel (614) 439-5084, www.congresoinvestigacion.com, investigacion.chi@itesm.mx. Editor Responsable: Elías Solís Rivera. Reserva de Derechos uso exclusivo No. 04-2015-052207545900-203, ISSN 2395-9711, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, calle Puebla 143, Col Roma, Delegación Cuauhtémoc. C.P. 06700. Responsable de la última Actualización de este número, Departamento de Investigación del Tecnológico de Monterrey Campus Chihuahua, Ing. Elías Solís Rivera, Calle H. Colegio Militar, 4700, Col. Nombre de Dios, Chihuahua, Chih. C.P. 31300, fecha de última modificación 14 de Diciembre del 2018. El editor no necesariamente comparte el contenido de los artículos, ya que son responsabilidad exclusiva de los autores. Se prohíbe la reproducción total o parcial del contenido, ilustraciones y textos publicados en este número sin la previa autorización que por escrito emita el editor.

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey es un sistema universitario que tiene como misión formar personas íntegras, éticas, con visión humanística y competitivas internacionalmente en su campo profesional, que al mismo tiempo sean ciudadanos comprometidos con el desarrollo económico, político, social y cultural de su comunidad y con el uso sostenible de los recursos naturales. La misión incluye programas de investigación y desarrollo.

Consejo Editorial

Director del Tecnológico de Monterrey Campus Chihuahua
Dr. Rodolfo Julio Castelló Zetina

Director de la Escuela de Negocios
Ing. Ivone Juárez Barco

Director de la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la Salud
Dr. Alberto Aguilar González

Director de la Escuela de Humanidades, Ciencias Sociales y Arquitectura
Lic. Diego Grañena Puyo

Director Editorial y del Área de Investigación
MCP. Elías Solís Rivera
MA. María Cristina Torres Espinosa

Revista anual publicada por:

Tecnológico de Monterrey Campus Chihuahua
Heróico Colegio Militar 4700 Col. Nombre de Dios C.P. 31300
Chihuahua, Chih., México
Teléfono: (614) 439-5000 Ext. 5525
<http://www.chi.itesm.mx>
investigacion.chi@itesm.mx

Índice

14	ANÁLISIS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL DE LAS EMPRESAS DEDICADAS AL COMERCIO, A LOS SERVICIOS Y AL TURISMO EN CHIHUAHUA	5
20	ADAPTACIÓN DE UN INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE ACTITUDES PROAMBIENTALES PARA NIÑOS ESCOLARES EN CHIHUAHUA	20
21	ESTUDIO DE DOS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA: MOTIVOS Y REQUERIMIENTOS PARA SU VISITA	30
90	PERSPECTIVA DE LA POBLACIÓN SOBRE CONTAMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS EN EJIDO TABALAOPA	50
223	BIOLIXIVIACIÓN PSICROFÍLICA DE UN JAL MINERO PROVENIENTE DE LA MINA	66
292	LA NATURALIDAD DEL PAISAJE COSTERO COMO PREDICTOR LA PREFERENCIA DEL OBSERVADOR	76
294	RECORRIDOS URBANOS CON PERSPECTIVA DE GÉNERO: UNA BASE PARA LAS CIUDADES SOSTENIBLES	82
300	BIODETERIORO DE PATRIMONIO HISTÓRICO: CARACTERIZACIÓN DE AGENTES CAUSANTES Y ERRADICACIÓN	95
304	DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO: UN INSUMO IMPRESCINDIBLE EN LOS PLANES COMUNITARIOS SUSTENTABLES	109
333	DISEÑO Y DESARROLLO DE DISPOSITIVO PARA EVALUAR EL RENDIMIENTO ENERGÉTICO REAL DE PANELES SOLARES	120
339	REMOCIÓN DE FLÚOR POR ADSORCIÓN EN AGUA DE POZO UTILIZANDO BENTONITA	136
375	VALORACIÓN DEL PAISAJE DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA ISLA DE COZUMEL POR AUTÓCTONOS Y VISITANTES	145
401	PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN Y RECUPERACIÓN DE JUGUETES Y DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA UNA CIUDAD FRONTERIZA	153

406	PRECISION IRRIGATION CONTROL STRATEGY BASED ON NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX	160
455	CLIQUEEN: PREVENCIÓN Y ERRADICACIÓN DE MICROORGANISMOS EN CONSTRUCCIONES ANTIGUAS	171

Análisis de responsabilidad social de las empresas dedicadas al comercio, a los servicios y al turismo en Chihuahua

José Roberto Espinoza Prieto¹

jespinoza@uach.mx

Martín Hugo Montaña Castellón²

mmontano@uabcs.mx

Daniel Díaz Plascencia¹

dplascencia@uach.mx

Perla Lucía Ordoñez Baquera¹

plordonez@uach.mx

Pablo Fidel Mancillas Flores¹

pmancillas@uach.mx

¹ Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada km.1 Chihuahua, Chih. Mex.

² Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de un estudio de Responsabilidad Social de Empresas dedicadas al Comercio, a Servicios y al Turismo en el Estado de Chihuahua, para identificar las fortalezas y las áreas de oportunidad que permitan definir líneas de acción en materia de RSE; ya que representan más de 800 mil trabajadores en la entidad y generaron más de 20 mil nuevos empleos en el último año, representando el 4.9 % a nivel nacional de acuerdo a la CANACO. Entre las principales conclusiones son: el código de ética es refrendado por todos los trabajadores de la empresa, el 86 % cuenta en su misión y visión implícitamente la RSE, el 78.3 % tienen valores y principios definidos, el 47.3 % cuentan con un responsable para promover y monitorear el accionar ético de la empresa, solo el 30.2 % no cuentan con una estrategia para lograr una buena reputación en su entorno, El 65 % cuentan con un sistema de gestión de calidad y de mejora continua. En materia del área ambiental el 73.6 % conocen el tipo de impactos que generan las operaciones de la empresa. El 57.36 % cuenta con plan de vida, capacitación y desarrollo de sus colaboradores. Únicamente el 46.5 % hacen medición de clima laboral. El 51.16 % han eliminado prácticas que no favorecen la creación de reputación con sus clientes. El 38.76 % toman medidas para reducir ruido, malos olores y movimientos de vehículos que vayan más allá de las regulaciones permisibles. El 73.64 % conocen como afectan los productos que producen y comercializan al medio ambiente. El 54.26 % cuentan con plan para reducción y ahorro de contaminantes. El 53.48 % conocen cuál es su aportación a la comunidad en la que operan. El 57.36 % adquieren productos y materias primas reciclables y minimizando el uso de materias no degradables. El 53.49 % de las empresas cuentan con compromisos explícitos a favor del medio ambiente. El 86.82 % cumple a tiempo sus obligaciones fiscales y legales. El 48.84 % incluyen en su reporte anual sus acciones y contribuciones en los aspectos económicos, sociales y ambientales. Pero únicamente 12 empresas del sector cuentan con el distintivo de ESR por parte de CEMEFI.

Palabras claves: RSE Comercio Servicios Turismo.

Introducción

De acuerdo a la información proporcionada por la CANACO en Chihuahua se registraron en total 97,044 establecimientos económicos durante el 2017 del sector privado y paraestatal, que realizan actividades de pesca y acuicultura, construcción, comercio, transporte y comunicaciones, electricidad, agua y gas, manufacturas, servicios financieros y no financieros, educativos, de salud, alojamiento, entre otros.

El empleo y los ingresos se sustentaron principalmente en los negocios que tienen más de 10 años de su creación, con el 61.3 % del personal ocupado y 64.2 % de los ingresos totales; en establecimientos reportaron 37.3 %.

Del total de unidades económicas, 40.2 % tenían 5 años o menos, el 22. % % empresas de 6 al 10 años y representaron el 19.8 % del personal ocupado y 21.5 % de los ingresos. Donde las cifras por parte del IMSS en el mes de abril se contaban con un total de 876,253 trabajadores afiliados, 22,479 generados; lo que representa que 2 de cada 3 empleos en la entidad sea generado por este sector; por su impacto económico, social y ambiental en Chihuahua es de suma importancia analizar en todo su contexto la Responsabilidad Social Empresarial que representa este sector.

Conjuntamente con la Fundación del Empresariado Chihuahuense, A.C. “FECHAC” se ha venido trabajando en los últimos años en el análisis de la Responsabilidad Social Empresarial entre los diferentes sectores empresariales con el propósito de analizar las problemáticas, fortalezas, debilidades, como también amenazas y oportunidades; con el propósito de la generación de estrategias y de políticas públicas, como empresariales que permitan mejorar la calidad de vida de sus habitantes, como recudir el impacto ambiental negativo en la entidad.

Dentro del actual contexto global, las empresas en su mayoría afiliadas a la Cámara Nacional de Comercio, han cobrado especial relevancia convirtiéndose en actores protagónicos. El empleo que generan, sus grandes niveles de ventas y utilidades, su uso de recursos naturales, el rol que juegan en sectores estratégicos de la economía y la consiguiente influencia en el ámbito público, denotan la relevancia que han adquirido.

Sin embargo, este escenario no ha estado exento de controversias, reclamos y exigencias, ya que la generación de riqueza lograda a través de las organizaciones, ha significado, que los líderes empresariales enfrenten la disyuntiva de buscar el bien propio o el bien común, en algunas ocasiones, se ha optado por el beneficio personal, lo cual ha derivado en situaciones en las que los resultados económicos, sociales y ambientales no benefician más que a unos cuantos. En manos de economistas y administradores, la economía y las empresas se han convertido en espacios sociales donde la valoración de la persona está solamente en el terreno instrumental. Es por esto que es imperativo, ir más allá pensamiento utilitario a efecto de que a través de las empresas, se logre calidad de vida, bienestar, riqueza y construcción de espacios sostenibles.

Con el propósito de lograr el objetivo propuesto de la presente investigación, que fue el de conducir un diagnóstico de las prácticas de RSE realizadas por las empresas vinculadas al comercio, a los servicios y actividades turísticas del Estado de Chihuahua que a continuación se hace referencia a la metodología empleada para llevar a cabo este estudio. Se especifica el tipo de estudio, el diseño de investigación, la población, la muestra, la descripción del instrumento de recolección de los datos y demás aspectos metodológicos. Se presentan los resultados de la investigación, así como la discusión de los mismos. Finalmente, se destacan las conclusiones derivadas de esta investigación.

Dada la creciente importancia expresada a nivel mundial, en México se ha avanzado en la adopción de la RSE, evolucionando gradualmente de un modelo paternalista enfocado en la asistencia, a otro donde se equilibran enfoque social y medioambiental (Moguel, 2012). Sin embargo, dicho modelo es practicado principalmente por las empresas más grandes, frecuentemente en alianzas con el Estado, y con alto impacto comunicacional y proyección de imagen (Reyno , 2006).

En el contexto anterior, se puede mencionar que la RSE en Chihuahua se concibe fundamentalmente en términos de la adopción de ciertos principios. Se trata de una visión más pragmática y simplificada que integra tanto la dimensión interna como la externa, sin adoptarse como estrategia del negocio o sistema de gestión. Los empresarios de Chihuahua se caracterizan por su regionalismo, solidaridad y alto nivel de participación en asuntos de interés público. El ejemplo más notorio de esta solidaridad se ve reflejado en la constitución de la Fundación del Empresariado Chihuahuense A.C. (FECHAC), fondeada con la aportación del orden de 32 000 empresarios chihuahuenses para hacer llegar su apoyo a la comunidad (Martínez, Escobedo, & Montoya, Análisis de los Avances de la Responsabilidad Social Empresarial en Chihuahua, 2013). En el año 2012, la FECHAC convocó a la integración de una red para promover la RSE y brindar a las empresas chihuahuenses alternativas de entendimiento, concientización y actualización sobre esta responsabilidad. Dicha red se formó con organismos empresariales, instituciones educativas de nivel superior y organizaciones de la sociedad civil vinculadas al sector empresarial, dando lugar a la Alianza Chihuahuense por la Responsabilidad Social Empresarial, denominada con el acrónimo AliaRSE Chihuahua.

Esta red está formada por las siguientes organizaciones chihuahuenses: Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA), Cámara Nacional de Comercio, Servicios y Turismo (CANACO), Confederación Patronal de la República Mexicana (COPARMEX), Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), Industria de Exportación (INDEX), Fundación Social Index, Unión Social de Empresarios Mexicanos (USEM), Fundación del Empresariado Chihuahuense A.C. (FECHAC), Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), Universidad La Salle (ULSA), Centro de Liderazgo y Desarrollo Humano A.C. (CELIDERH) y el Colegio Nacional de Ingenieros Industriales (CONAI).

El problema de investigación del presente estudio radica básicamente en la ausencia de literatura sobre la situación que guardan las empresas chihuahuenses asociadas a actividades comerciales, de servicios y de turismo en relación con las prácticas de la RSE. En función de ello, el objetivo del estudio es identificar el grado de responsabilidad social y sustentabilidad que guardan las empresas de este ramo en la ciudad de Chihuahua, esto permitió enfocar problemas y generar algunas recomendaciones y posibles líneas de acción.

Objetivo del estudio

Identificar el grado de Responsabilidad Social y Sustentabilidad que guardan las empresas dedicadas como actividades preponderantes al comercio, los servicios y el turismo en Chihuahua. Con el propósito de identificar fortalezas, debilidades, áreas de oportunidad que permitan definir líneas de acción por parte del sector empresarial en la entidad que permita mejorar la calidad de vida de sus colaboradores y de la comunidad en general.

Materiales y métodos

Se trata de una investigación práctica, transversal, con enfoque cuantitativo, basado en una encuesta a las empresas de Comercio, de Servicios y de Turismo en el Estado de Chihuahua, realizada en el periodo de marzo a julio del 2015 y analizado durante los dos últimos años.

La metodología para el levantamiento de datos fue: entrenar a los encuestadores, visitar a los empresarios, en caso de ausencia de los mismos, se entrevistó a los responsables de recursos humanos. En algunos casos por excepción, se envió el cuestionario a través de Internet para un posterior seguimiento.

De un total de 1,392 empresas afiliadas a CANACO con un 95 % de Confianza y manejando un 8 % de margen de error se determinó un tamaño óptimo de la muestra de 129 empresas.

En el presente trabajo de investigación todas las variables son cualitativas, únicamente con la excepción a número de trabajadores de la empresa, el monto de las ventas estimadas de la empresa y porcentajes que se pregunta en el instrumento; donde las variables son métricas al hablar de número de personas, de dinero y de porcentajes. Se eliminaron las 2 primeras de la base de datos para analizar con el SPSS, por los datos ausentes en el concentrado de la información; sustituyendo el número de empleados por el tamaño de la empresa en función del número de los mismos como variable nominal. En resumen: 1) Se analizaron un total de 24 empresas del sector (ver tabla 2). 2) Se clasificaron de acuerdo a su tamaño en micro, pequeño, mediano y grande. 3) Las variables se clasificaron en: económicas, ambientales y sociales. 4) Un total de 84 Variables de responsabilidad Social Empresarial y una variable de entrada. 5) Se manejó un total de 10,965 reactivos en la base de datos para trabajar con el SPSS. 6) Un total de 681 preguntas no se contestaron, lo que representa un 7 % de datos ausentes en el estudio.

Para el análisis de los datos se utilizó herramientas de la estadística descriptiva para la construcción de gráficas, como de tablas, pruebas de independencia estadística o de Ji-cuadrada, análisis de correspondencia múltiple, escalamiento multidimensional, análisis clúster, etc.

Resultados y discusión

Los resultados fueron ordenados de acuerdo a la secuencia lógica de la investigación, con el propósito de alcanzar los objetivos propuestos y comprobar las hipótesis planteadas. A continuación se detallan y analizan los resultados:

En las tablas 2, 3, 4, 5 y 6 que a continuación se presentan se pueden observar las variables o preguntas que se elaboraron como parte del instrumento para la encuesta de Responsabilidad Social Empresarial a los Directivos, Gerentes y Jefes de Recursos Humanos del sector manufacturero de la entidad, conteniendo número de encuestas resueltas, valor promedio calificado por variable, moda o valor más repetitivo que contestaron los responsables, respuestas más veces repetida durante la investigación, etc. Entre las observaciones más importantes en el análisis de las tablas, gráficos y sus variables de RSE son:

Las Empresa tiene explicitada su misión y visión, En la redacción de la misión y visión participaron sus colaboradores, La Empresa cuenta con valores definidos, Existe una estrategia por parte de la empresa para lograr una buena reputación en su entorno, Se cuenta con un organigrama de la empresa y la asignación de las responsabilidades para los empleados, Se cuentan con indicadores de desempeño de la empresa, Hay mecanismos para que las personas que trabajan en la empresa puedan desarrollar todo su potencial, En el interior de la empresa ¿hay medios para proponer y desarrollar nuevas ideas, por parte de los trabajadores, para mejorar la operación? Cuentan con un sistema de mejora continua en aspectos de calidad y productividad, Cuenta con un programa de capacitación y plan de vida y carrera para sus empleados, La empresa realiza evaluaciones de

desempeño de los directivos y empleados, La empresa capacita a sus colaboradores sobre cómo mejorar la atención a sus clientes, Participa en alguna labor de beneficio, deportiva o social con sus vecinos, con organizaciones de la colonia o municipio donde se encuentra su empresa, La empresa da seguimiento y documenta las quejas y / o denuncias referidas a la agresión al medio ambiente que le competen por su actividad, etc. De las empresas encuestas: el 43.41 % son micro empresas, 31.01 % pequeñas empresas, un 21.71 % medianas y 3.88 % grandes.

En este componente de RSE que corresponde al desempeño económico se observa lo siguientes puntos, como áreas de oportunidad:

- Mayor conocimiento de los recursos financieros, materiales y humanos para el cumplimiento o logro de las metas.
- Necesidad de establecer un presupuesto par áreas de mejora e innovación en la organización.
- Necesidad de institucionalizar las empresas para cambios generacionales.
- Informes de resultados a directivos, accionistas y organización en general.
- Mayor conocimiento de la política de salarios en las empresas afines.
- La profesionalización del personal directivo y administrativo.
- Procesos participativos de planeación estratégica para la toma de decisiones.
- Esquemas de seguimiento y evaluación de las funciones sustantivas y adjetivas y de los procesos productivos y administrativos
- Desarrollo de manuales de procedimientos, etc.

	N			Datos		Mean	Mode	RESPUESTAS REPETIDAS EN LAS ENCUESTAS	
	Valid	Missing	Auscentes	Mean	Mode				
La Empresa tiene explicitada su misión y visión	129	0	0%	2.62	2	Existe			
En la redacción de la misión y visión participo toda la empresa	111	18	14%	1.20	1	Si			
La Empresa cuenta con valores definidos	125	4	3%	2.43	2	Existe			
La misión y visión de la empresa son revisadas periódicamente	110	19	15%	1.43	1	Si			
La empresa dispone de códigos de ética o conducta formales	129	0	0%	2.22	2	Existe			
El código de ética es refrendado por todos los trabajadores de la empresa	89	40	31%	1.17	1	Si			
Cree que el comportamiento de la organización esta alineado a la misión, visión, valores, etc.	116	13	10%	2.97	3	Acuerdo			
Cuenta la empresa con un responsable para promover y monitorear el accionar ético de la empresa	128	1	1%	1.52	2	No			
Le gustaría que existiera	66	63	49%	1.50	1	Si			
Existe una estrategia por parte de la empresa para lograr una buena reputación en su entorno	89	40	31%	1.37	1	No existe			
Tiene metas y objetivos de su empresa para los próximos 5 años	124	5	4%	1.10	1	Si			
El operar actual de la empresa ayuda a que se cumplan esas metas y objetivos	107	22	17%	3.05	3	Acuerdo			
Se cuenta con un organigrama de la empresa y la asignación de las responsabilidades para los empleados	123	6	5%	2.38	2	Existe			
Se han descrito los principales procesos de la empresa	128	1	1%	1.17	1	Si			
Se cuenta con un manual de procedimientos administrativos	128	1	1%	1.31	1	Si			
Se cuentan con indicadores de desempeño de la empresa	125	4	3%	2.10	1	No existe			
Se organizan juntas periódicas al menos semestralmente para revisar resultados	127	2	2%	1.27	1	Si			
Los acuerdos a los que se llegan en estas juntas se cumplen en su totalidad	123	6	5%	2.72	3	Acuerdo			
Se tienen identificadas las capacidades y habilidades de los colaboradores	126	3	2%	2.37	2	Existe			

Tabla 2. Variables de RSE que se preguntaron en la encuesta a los Directivos, Gerentes o Jefes del área de recursos humanos, con su valor promedio, moda, etc.

Hay mecanismos para que las personas que trabajan en la empresa puedan desarrollar todo su potencial	128	1	1%	2.05	1	No existe
En el interior de la empresa ¿hay medios para proponer y desarrollar nuevas ideas, por parte de los trabajadores, para mejorar la operación?	126	3	2%	2.00	1	No existe
Con que frecuencia se implementan estas nuevas ideas en la empresa	111	18	14%	2.32	2	De vez en cuando
Conoce completamente cuales son los recursos financieros que necesita para tener el desempeño deseado de su empresa.	126	3	2%	1.15	1	Si
Conoce completamente cuales son los recursos materiales que necesita para tener el desempeño deseado de su empresa.	125	4	3%	1.12	1	Si
Conoce completamente cuales son los recursos humanos que necesita para tener el desempeño deseado de su empresa.	126	3	2%	1.10	1	Si
Posee los recursos financieros suficientes para desarrollar la estrategia de la empresa.	124	5	4%	3.02	3	Acuerdo
Posee los recursos materiales suficientes para desarrollar la estrategia de la empresa.	123	6	5%	3.15	3	Acuerdo
Posee los recursos humanos suficientes para desarrollar la estrategia de la empresa.	124	5	4%	3.15	3	Acuerdo
Se cuenta con un buen conocimiento sobre la situación en la que se encuentra el sector industrial o giro de la empresa	126	3	2%	3.19	3	Conocimiento
Conoce las competencias que deberán desarrollar sus colaboradores para la mejora de su productividad	124	5	4%	3.19	3	Conocimiento
Estas competencias se encuentran identificadas en cada uno de los diferentes perfiles de puestos	101	28	22%	1.22	1	Si
Cuentan con un sistema de mejora continua en aspectos de calidad y productividad	125	4	3%	2.09	2	Existe
Se realiza la operación buscando el aprovechamiento responsable y eficiente de los recursos	125	4	3%	2.96	3	Acuerdo
Se le da seguimiento y se mejora el aprovechamiento eficiente de los recursos	123	6	5%	2.12	2	Se realiza
Se cuenta con un presupuesto destinado a la investigación y desarrollo de los procesos y tecnologías de la empresa	125	4	3%	1.66	2	No
Conoce e identifica a quien impacta y/o interesa la labor que realiza la empresa (grupo de interés o partes interesadas).	125	4	3%	2.96	3	Conocimiento
La empresa se preocupa por conocer las necesidades y mejorar las condiciones de trabajo y remuneraciones de los empleados más allá de las exigencias legales	116	13	10%	3.17	3	Conocimiento

Tabla 3. Variables de RSE que se preguntaron en la encuesta a los Directivos, Gerentes o Jefes del área de recursos humanos, con su valor promedio, moda, etc.

Cuenta con un programa de capacitación y plan de vida y carrera para sus empleados	123	6	5%	1.40	1	Si
La empresa está atenta a las necesidades de sus colaboradores en materia de salud y seguridad	122	7	5%	3.29	3	Acuerdo
La empresa toma en cuenta las inquietudes, sugerencias e ideas de sus empleados para el mejor funcionamiento de la misma	124	5	4%	3.21	3	Acuerdo
Existen mecanismos de comunicación para dar a conocer objetivos y resultados de la empresa en todos los niveles de la organización	121	8	6%	2.17	2	Existe
La empresa realiza evaluaciones de desempeño de los directivos y empleados	123	6	5%	1.95	1	No existe
La empresa realiza evaluaciones sobre el clima organizacional	123	6	5%	1.51	2	Si
Existen mecanismos de comunicación de los resultados del negocio periódicamente a los accionistas (propietario).	126	3	2%	2.25	2	Existe
Con que frecuencia se comunican estos resultados.	101	28	22%	2.12	1	Mensualmente
La empresa tiene implementado un procedimiento para conocer el nivel de satisfacción de sus accionistas	118	11	9%	1.71	1	No existe
En la selección de proveedores que estén alineados al desempeño de la empresa ¿se promueve que estos sean de la localidad?	120	9	7%	2.90	3	Acuerdo
La empresa capacita a sus colaboradores sobre cómo mejorar la atención a sus clientes.	124	5	4%	2.43	1	No capacita
La empresa posee una evaluación de satisfacción del cliente donde se incluyen: reclamaciones y sugerencias	125	4	3%	2.38	2	Existe
Participa en alguna labor de beneficio, deportiva o social con sus vecinos, con organizaciones de la colonia o municipio donde se encuentra su empresa	124	5	4%	1.44	1	Si
El rango de salarios corresponde a los del sector o industria al que pertenece la empresa.	122	7	5%	3.21	3	Acuerdo
Conoce la tasa de rotación de su personal.	125	4	3%	1.54	2	No
Se cuenta con un control de puntualidad y asistencia de sus empleados.	125	4	3%	2.60	2	Existe
Se tienen prácticas laborales que procuran y favorecen un equilibrio entre trabajo y familia de sus empleados	120	9	7%	2.89	3	Acuerdo

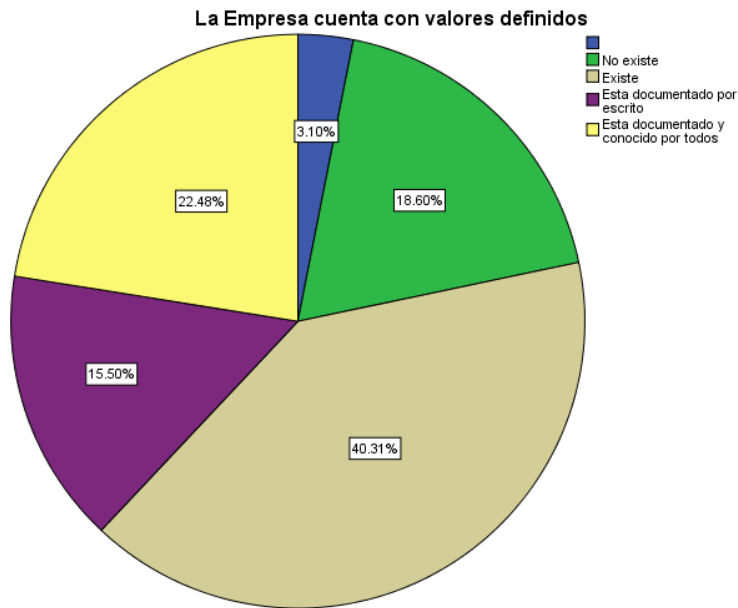
Tabla 4. Variables de RSE que se preguntaron en la encuesta a los Directivos, Gerentes o Jefes del área de recursos humanos, con su valor promedio, moda, etc.

Los sueldos de un mismo puesto son iguales independientemente de que sean ocupados por hombre o mujeres.	125	4	3%	1.10	1	Si
Se realizan de forma transparente evaluaciones de desempeño de directores y empleados	125	4	3%	2.05	2	Existe
Se desarrollan planes para el cambio generacional en la empresa	118	11	9%	1.47	1	Si
Se tiene conocimiento de cuáles son los mejores clientes de la empresa y cuáles podrían ser sus clientes potenciales	121	8	6%	3.22	4	Total Conocimiento
Se han eliminado prácticas que no favorecen la creación de reputación de la empresa entre sus clientes	124	5	4%	1.47	1	Si
Se conoce cual es el porcentaje que representa la empresa en la facturación de sus proveedores	124	5	4%	2.36	3	Conocimiento
Se conoce cuál es la aportación de la empresa a la comunidad en la que ésta opera	124	5	4%	2.55	3	Conocimiento
La empresa toma medidas relacionadas con ruidos, olores y movimientos de vehículos más allá de las regulaciones existentes	125	4	3%	2.65	2	Desacuerdo
De los productos que la empresa produce y/o comercializa, la empresa conoce en qué forma afectan al medio ambiente	122	7	5%	1.22	1	Si
Se cuenta con un plan enfocado al uso de combustible / energía menos contaminantes	121	8	6%	1.89	1	No existe
La empresa da seguimiento y documenta las quejas y/o denuncias referidas a la agresión al medio ambiente que le competen por su actividad	125	4	3%	1.98	1	Si
Adquiere productos y materiales prima reciclables, minimizando el uso de materiales no degradables	126	3	2%	1.41	1	Si
Cuenta con un programa de separación de desechos y reciclaje post consumo de lo que genera la empresa e invita a que se haga lo propio en los hogares de los empleados	126	3	2%	1.46	1	Si
Establece compromisos explícitos a favor del medio ambiente y tiene metas formales en este sentido.	124	5	4%	1.85	1	No existe
Conoce cuales son las distintas alternativas para reportar aspectos sociales y ambientales relacionados con la operación de su negocio	124	5	4%	2.56	3	Conocimiento

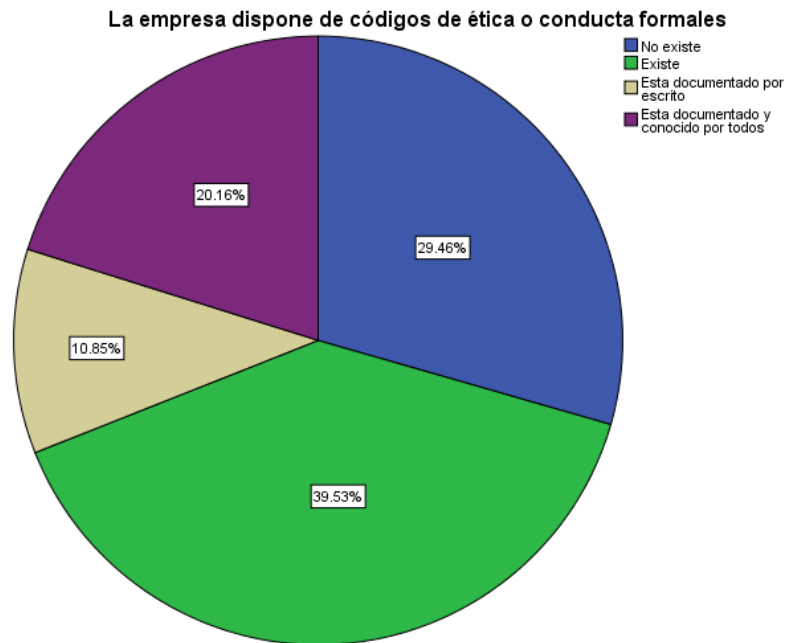
Tabla 5. Variables de RSE que se preguntaron en la encuesta a los Directivos, Gerentes o Jefes del área de recursos humanos, con su valor promedio, moda, etc.

Se da un informe periódico o anual a los accionistas (propietario) sobre el desempeño de la empresa	123	6	5%	2.26	2	Existe
Incluye en su informe anual sus acciones y contribuciones en los aspectos económico, social y medio ambiental	89	40	31%	1.29	1	Si
Se tienen separadas las finanzas de la empresa, de las familias	124	5	4%	1.30	1	Si
Todos los empleados tienen un expediente donde se encuentre aspectos que pueden ser de interés para la empresa	120	9	7%	2.63	2	Existe
Existe algún mecanismo de denuncia de situaciones de abuso, hostigamiento o acoso en la empresa	125	4	3%	1.45	1	Si
Los riesgos para la salud o seguridad están claramente descritos en las etiquetas de sus productos	124	5	4%	1.70	1	Si
Existen mecanismos para tener acceso a la información de la empresa de forma rápida y eficaz	126	3	2%	1.37	1	Si
Cumple a tiempo con sus obligaciones fiscales y legales	123	6	5%	3.66	4	Siempre
Se cuenta con evidencia de las declaraciones periódicas realizadas ante las diferentes instancias de gobierno	125	4	3%	1.04	1	Si
Se llevan a cabo auditorías externas, fiscales, ISO o de otro tipo	126	3	2%	1.41	1	Si
Las prestaciones de ley están dadas conforme al sueldo real percibido por parte del trabajador	121	8	6%	2.91	2	Existe
Conoce la legislación y normatividad a la que está sujeta su empresa	124	5	4%	1.17	1	Si
La empresa ha utilizado mecanismos de corrupción para obtener algún beneficio para usted y su empresa	126	3	2%	1.93	2	No
Utiliza o compra productos o servicios "pirata"	125	4	3%	1.07	1	Nunca
	10027	680	7%			

Tabla 6. Variables de RSE que se preguntaron en la encuesta a los Directivos, Gerentes o Jefes del área de recursos humanos, con su valor promedio, moda, etc.



Gráfica 1. Existencia de valores y definidos por parte de las empresas.

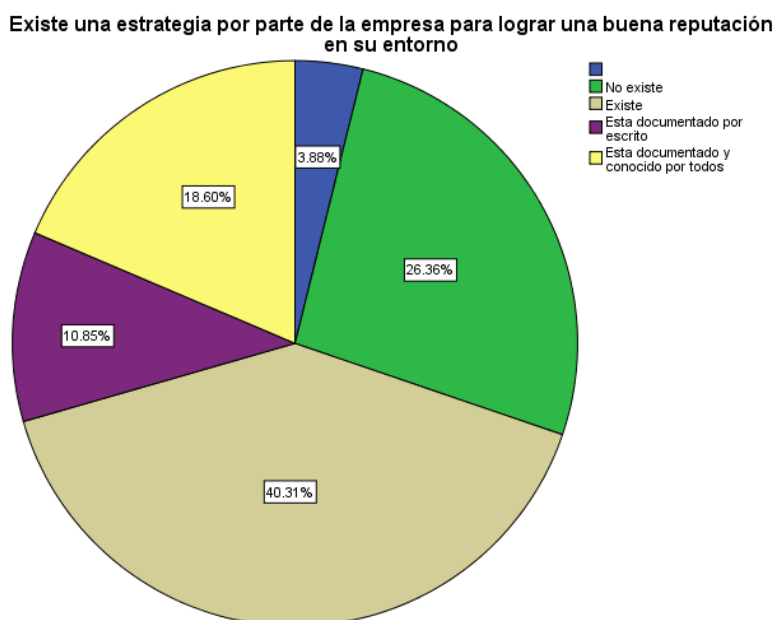


Gráfica 2. Existencia de código de ética y de conducta de la empresa.

De las variables que conforman la medición en materia de RSE el aspecto social donde se tienen las principales áreas de oportunidad destaca:

- Elaborar una buena planeación estratégica, definiendo la misión, visión, códigos de ética, política de calidad, etc.

- Revisión de la misma, como involucramiento de los colaboradores en la definición y re-definición.
- La necesidad de establecer sistemas de calidad y de mejora continua.
- Definición de indicadores del desempeño, como seguimiento de los mismos.
- Establecimiento de manuales de la organización, donde se definan los roles, responsabilidades, funciones de los miembros de la empresa.
- Medición de la satisfacción laboral.
- Control de asistencia, puntualidad, como conocimiento de rotación del personal.
- Plan de carrera y de vida por parte de los colaboradores.
- Fortalecimiento del perfil de cada uno de sus colaboradores.
- Promoción de la capacitación y de desarrollo de sus colaboradores.
- Una administración responsable, transparente, eficiente y honesta al servicio de la organización.
- Establecimiento de mecanismos de comunicación interna, para informar resultados a los colaboradores, mecanismos de denuncia, etc.

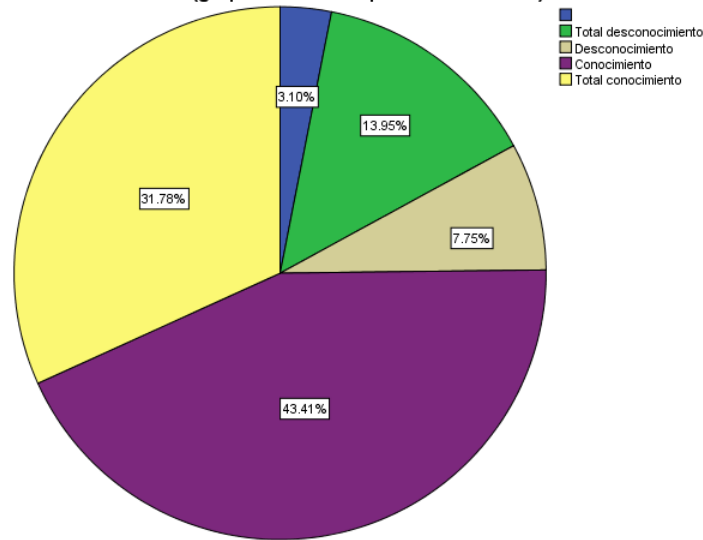


Gráfica 3. Existe alguna estrategia para lograr una buena reputación en su entorno.

Ambiental

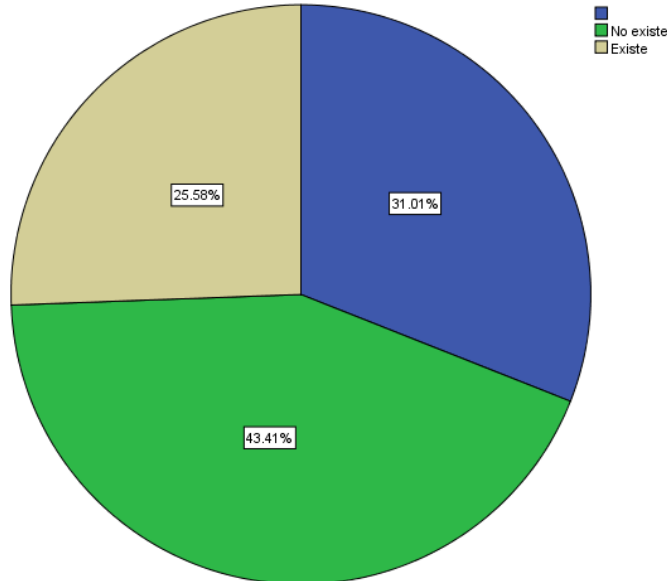
- Se tiene área de oportunidad para tomar medidas para reducir el impacto ambiental por parte de la organización.
- Replanteamiento de la re-definición de la planeación de la organización considerando un modelo sustentable.
- Mayor seguimiento ante quejas o denuncias por sus actividades que impactan en su contexto social y ambiental, etc.
- Impulso a la participación social y ambiental por parte de la empresa.

Conoce e identifica a quien impacta y lo interesa la labor que realiza la empresa (grupo de interés o partes interesadas).



Gráfica 5. Conoce a quien impacta con las actividades que realiza.

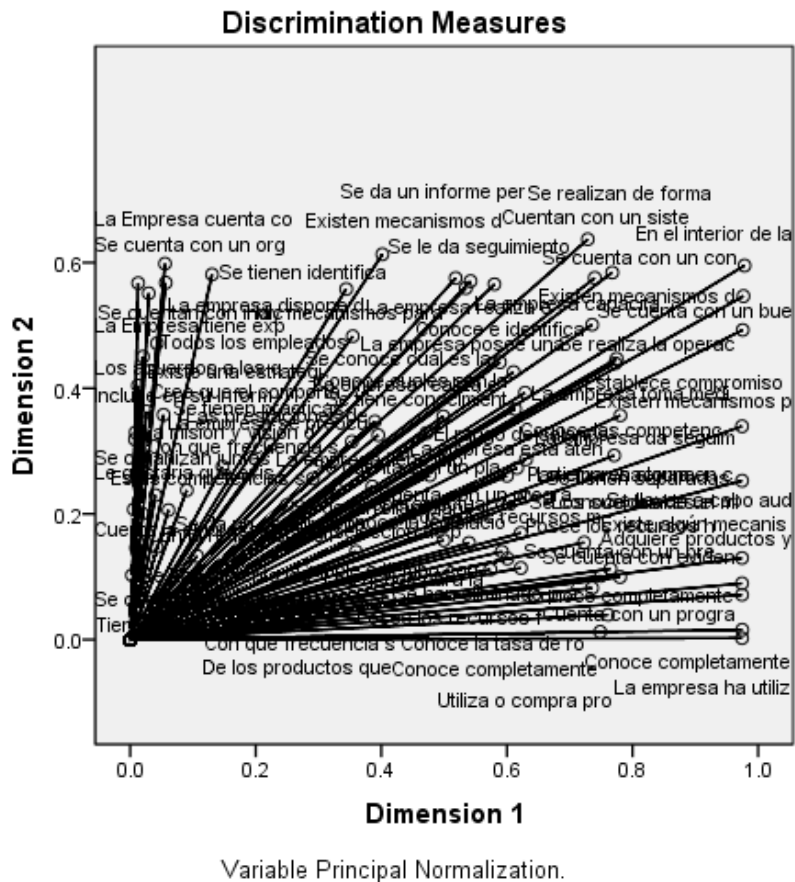
Se da un seguimiento a la reputación de la empresa en la comunidad



Gráfica 6. Se le da seguimiento de la reputación de la empresa en la comunidad.

En un análisis discriminante de todas las variables asociadas a la RSE internas a la organización (Ver gráfica 7) se determinaron las siguientes fortalezas:

- Las empresas hacia el interior tienen medios para proponer y desarrollar nuevas ideas por parte de los trabajadores para mejorarlas. (Valor 0.771).
- Existen mecanismos de comunicación de los resultados de negocios periódicamente. (Valor 0.765).
- Se cuenta con un control de puntualidad y asistencia de sus empleados. (0.648).
- Se realizan de modo transparente la evaluación del desempeño de directores y empleados. (0.673)
- Existen mecanismos para obtener información de manera rápida y eficaz. (0.653).



Gráfica 7. Análisis de todas las variables del estudio mediante el método de análisis de correspondencias múltiples.

Conclusiones e implicaciones

Se considera que en nuestro mundo globalizado, las empresas están llamadas a insertarse de mejor manera en su sociedad y responder a las necesidades de las generaciones actuales, sin comprometer a las generaciones futuras. El presente estudio arrojó información específica sobre el nivel de RSE de las empresas chihuahuenses, caracterizado por: *“Acciones importantes que muestran intenciones en torno a la RSE. Tienen información, pero aún desconocen qué hacer y cómo hacerlo.”*. Dicho en otros términos, se encontraron bastantes aspectos positivos en el cumplimiento de la RSE en las empresas, sin embargo, estas mediciones permitieron también poner en evidencia áreas de oportunidad que permitirían mejorar su posición.

De las variables que conforman la medición en materia de RSE el aspecto *social* son los que tienen mayores puntajes sobre todo con respecto a los aspectos de social interno. Con las siguientes observaciones:

En términos generales es necesario mejorar la comunicación interna en las empresas, como mejorar la participación de los colaboradores en la re-definición de metas y objetivos; como la generación de ambientes creativos y de innovación empresarial.

Falta comunicación en materia del área de recursos humanos ante la problemática de la rotación de personal en las organizaciones.

Se observa dependencia estadística entre el tamaño de las empresas y el hecho de disponer de un código de ética o de conducta por parte de las organizaciones. Lo mismo se pudo observar en el caso de que la empresa toma en cuenta las inquietudes o ideas por parte de sus empleados para mejorar el mejoramiento de la misma. También en el hecho de que la organización posea una evaluación de reclamaciones o quejas por parte de sus clientes

Es oportuno destacar los resultados sobresalientes por parte de las variables asociadas a la planeación estratégica de las organizaciones; en cuanto a la definición, de la misión, estrategias, procedimientos, etc. Como de la aplicación de controles de calidad y de mejora continua.

Bibliografía

[1] Cancino, C., & Morales, M. (2008). *Responsabilidad Social Empresarial*. From <http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/122747>

[2] Cox, R., & Carlton, R. (2014). La evolución de la responsabilidad social de la empresa: Un abordaje histórico. *Espacios* , 35 (5), 9-23.

[3] De León , R. (2013). *Modelo de Responsabilidad Social Compartida*. Chihuahua: IPADE Publishing.

[4] Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). (2014). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)*. From INEGI: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx>

[5] García de la Torre, C., Portales, L., Camacho, G., & Arandía, O. (2010). Instrumento de evaluación de sustentabilidad y responsabilidad social en PyMES. *Administración y Organizaciones* , 12 (24), 93-103.

[6] Greaves Lainé, P. (2006). *Empresarios Mexicanos ante la Responsabilidad Social*. México: Universidad Iberoamericana.

[7] INEGI. (2014). *Perspectiva Estadística Chihuahua*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

[8] INEGI: PIB y Cuentas Nacionales. (2011). *PIB y Cuentas Nacionales*. From <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/>

[9] Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO). (2014). *Índice de Competitividad Estatal 2014*. México: Instituto Mexicano para la Competitividad A.C.

[10] Melé, D. (2007). Responsabilidad social de la empresa: una revisión crítica a las principales teorías. *Ekonomiaz* (65), 50-67.

Adaptación de un instrumento de medición de actitudes proambientales para niños escolares en Chihuahua

Dra. Rosa Herrera Aguilera
Tecnológico nacional de México/ITChihuahua
rosy_h60@hotmail.com

M.C. Ana I Santa- Anna L.
Tecnológico nacional de México/ITChihuahua
protambi@gmail.com

M.C. Carlos René Radovich
Tecnológico nacional de México/ITChihuahua.
CRadovich@itchihuahua.edu.mx

M.C. Susana Bernal Carrillo
Tecnológico nacional de México/ITCJ
Susybc@yahoo.com

Itzel A. Almengor
Instituto Tecnológico de Chihuahua
andreaalmengoralvidrez.@gmail.com

Resumen

Los problemas ambientales que enfrenta el planeta han propiciado una serie de eventos en los distintos ámbitos para fomentar la formación de una conciencia ambiental que permita realizar acciones proambientales. La niñez es la etapa clave para la formación de conductas ambientales desde temprana edad y se reflejan a lo largo de su vida. El objetivo de esta investigación es adaptar el instrumento CATES que mide actitudes ambientales en la infancia; en nuestro caso nos interesa la basura como grave problema ambiental local, el instrumento se aplicó en 76 estudiantes de primaria obteniendo baja confiabilidad del instrumento; se realizó una adaptación de ítems relacionados con la basura; 31 instrumentos fueron contestados parcialmente correctos por lo que la información recabada sirvió para identificar las acciones proambientales que están dispuestos a realizar los niños en la ciudad de Chihuahua.

Palabras clave: conciencia ambiental, CATES, actitudes ambientales, acciones proambientales.

Abstract.

The environmental problems facing the planet have led to a series of events in different areas to encourage the formation of environmental awareness that allows pro-environmental actions. The childhood is the key stage for the formation of environmental behaviors from an early age and can be reflected throughout their adult lives. The objective of this research is to adapt the CATES instrument that measures environmental attitudes in childhood; in our case we are interested in garbage pollution as a serious local environmental problem, the instrument was applied in 76 primary students obtaining low reliability of the instrument; an adaptation of items related to garbage pollution was made; 31 instruments were answered partially correct, so the information collected served to identify the pro-environmental actions that children in the city of Chihuahua are prepared to do.

Key words: environmental awareness, CATES, environmental attitudes, pro-environmental actions

Introducción.

En la actualidad, el planeta entero enfrenta una crisis socio ambiental de magnitudes crecientes que ha propiciado la búsqueda de soluciones en los campos de la política, la ciencia y la sociedad civil con la creación de eventos y cumbres a nivel internacional como lo son la cumbre de la tierra y protocolo de Kioto (1997); la cumbre del desarrollo sostenible (2002) entre otras. A pesar de estos esfuerzos, los gobiernos, administraciones públicas y la sociedad civil se resisten a realizar las prácticas propuestas de separación de basura, reutilizar materiales y ahorros de agua y de energía. Los modelos de gestión medioambiental han seguido un enfoque reduccionista basados en la corrección en vez de la prevención y considerando al ser humano como dominador de la naturaleza (Paradigma social dominante) que contribuye al inicio o mantenimiento de los actuales problemas ambientales.

Es necesario analizar los orígenes de los problemas ambientales y las consecuencias en las personas relacionando la conducta y el ambiente en dirección bidimensional (Nuevo paradigma ecológico) que permite a las personas adquirir mayor conciencia de la problemática ambiental y propiciando la adquisición de una conciencia ambiental responsable que se define como un conjunto de creencias, actitudes, valores y normas en relación al medio ambiente.

La Psicología ambiental surge como un área de estudio interdisciplinar para tratar de explicar aspectos relacionados con la conciencia ambiental y la conducta ecológica como resultado de actitudes, valores y creencias. La conducta ecológica responsable son las acciones que contribuyen a la protección y conservación del medio ambiente como lo son el ahorro de recursos, la contaminación y la reducción de los residuos entre otros.

La actitud ambiental es considerado como determinante directo a la predisposición de acciones proambientales y para estudiar las variables que influyen en la actitud; se han desarrollado diferentes modelos teóricos desde la Psicología ambiental.

1.- La teoría de la acción razonada (TAR) propuesta por Fishbein-Azjen-Dulany predice que las personas actuamos razonablemente a partir del conocimiento sobre una determinada situación u

objeto asociado a las creencias que se tengan de estos. siendo la intención la mediadora entre la actitud y la conducta como lo muestra la siguiente figura.

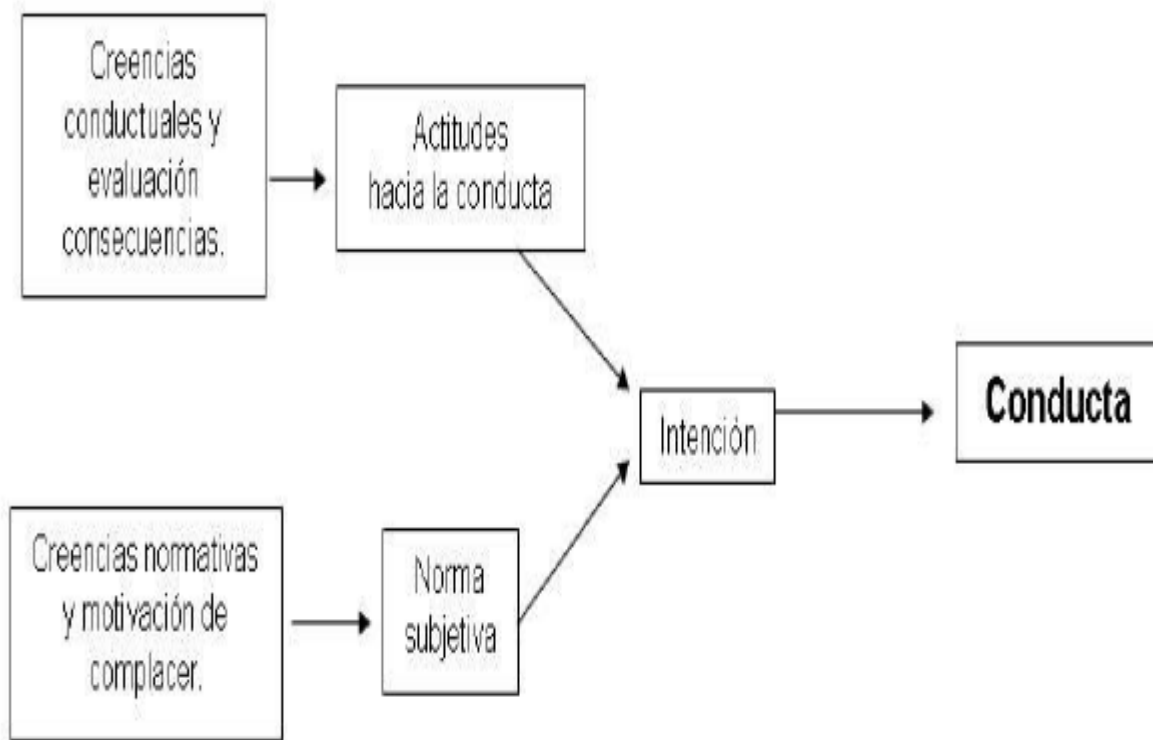


Figura 1. Factores determinantes de la conducta según TAR. (Azjen-Fishbein,1980)

La intención conductual como predictora de la conducta se compone de 2 variables: la actitud y la norma subjetiva.

"La actitud es el constructo que median entre nuestras acciones y se componen de tres elementos: cognitivos, afectivo y conductual".(Bender y Levie citados por Arenas ,2009.pág 96) .

La norma subjetiva se define como un razonamiento que manifiesta la presión social que percibe la persona que va a realizar la conducta; es la evaluación personal sobre si las otras personas quieren que se realice la conducta y de la motivación a complacerlos.

2.-La Teoría de la conducta planificada (TCP) postulada por Azjen en 1991 es una extensión de TAR que incluye un tercer predictor de la intención: el control conductual percibido que contribuye a explicar la intención y la conducta; sin embargo la predicción de un comportamiento está determinada por la contribución de la intención conductual como lo muestra la figura 2.

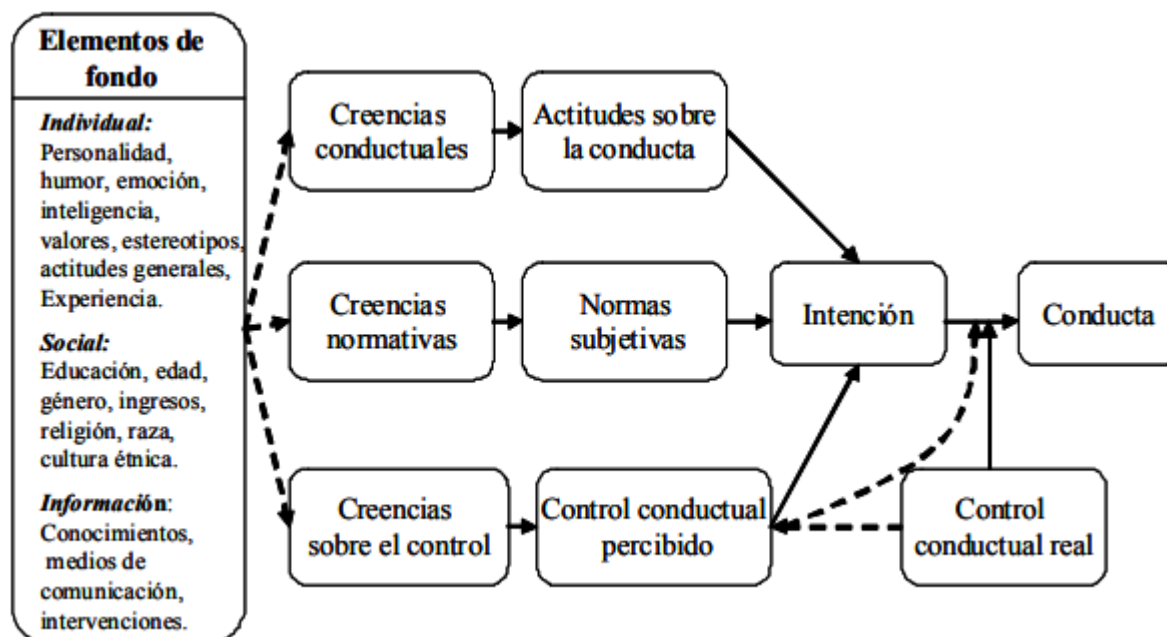


Figura 2. Teoría de la acción razonada y la conducta planificada. (Azjen-Fishbein,2005)

El instrumento de medición de actitudes ambientales para la infancia [CATES], diseñado por Musser y Malkus en 1994 para medir las actitudes ambientales de niños entre 8 y 12 años y contempla aspectos afectivos-cognitivos y conativos de la formación actitud-conducta; consta de 25 ítems evaluados por una escala tipo Likert y ha sido aplicado en las investigaciones de Reid-Sa'd (1997), Smith-Sebasto y Semrau (2004), Johnson-Dunlap (2007). El instrumento tiene como sustento teórico las teorías Psicológicas de TAR Y TCP. El instrumento aplicado en estas investigaciones obtuvo alta consistencia interna ($\alpha=0.7$) y ha sido utilizado con éxito en la medición de actitudes en programas de educación ambiental en diversas partes del mundo. La escala comprende cinco temas ambientales: reciclaje, derechos y protección de animales, conservación, apreciación de la naturaleza y conservación.

La basura como problema medioambiental es de magnitudes globales y Chihuahua no es la excepción, ya que al igual que en el resto del planeta la población, el consumo per cápita y la generación de residuos aumentan al contrario que los espacios destinados para almacenarla. En nuestra ciudad, la gestión de los residuos está entrada en la eliminación de estos en rellenos sanitarios ocasionando la saturación de las celdas, esta situación puede convertirse en una contingencia ambiental y riesgo de contaminación de los mantos acuíferos. Aunque el actual gobierno ya ha emprendido acciones para la transferencia de los residuos y la construcción de un nuevo relleno sanitario; se debe promover una cultura de la previsión fomentando la separación, la reutilización y el reciclaje para minimizar la generación de los residuos sólidos urbanos y en respuesta la actual administración emprendió una campaña ambiental para el logro de las metas antes mencionadas. En colaboración con nuestra institución se implementaron prácticas de

sensibilización y asesoría en la separación de los residuos en las escuelas primarias de la ciudad que de manera voluntaria aceptaron participar en el programa. La presente investigación tuvo como objetivo seleccionar y adaptar al contexto un instrumento que permita conocer las actitudes ambientales positivas en niños respecto a la separación de basura-reciclaje-reutilización. Es importante fomentar la cultura ecológica en los niños, considerando que las actitudes ambientales se ven influenciadas por los conocimientos; la niñez representa un semillero para formar futuros ciudadanos comprometidos con el ambiente y reconociendo la influencia que los niños pueden tener en sus hogares en la formación de hábitos de separación y reutilización de residuos sólidos.

Método.

El instrumento CATES en su versión original fue aplicado a 10 jóvenes encuestadores para conocer y familiarizarse con el instrumento; después de realizaron pruebas pilotos en 15 niños de 9-12 años de una escuela primaria cercana a nuestra institución; los resultados fueron satisfactorios; sin embargo, las instrucciones tuvieron que repetirse varias veces.

Procedimiento.

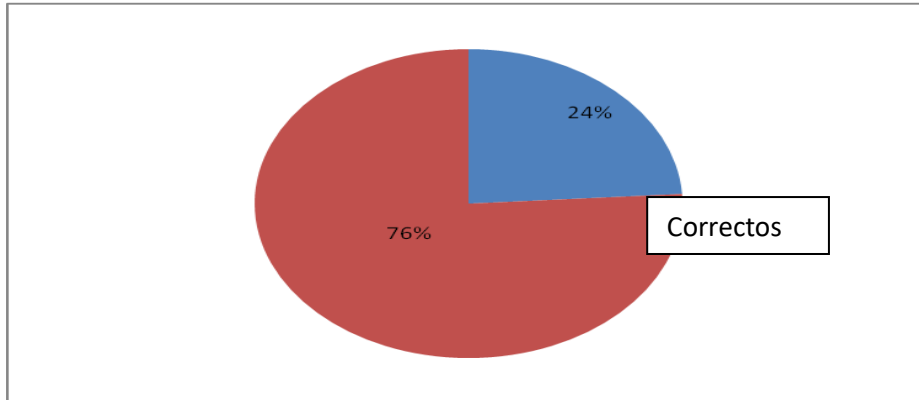
- 1.-El instrumento se aplicó en 76 niños con edades 9-12 años cursados los grados 4°-5°-6° de una escuela primaria participante del programa.
- 2.-Se considera a los 76 niños como la totalidad de los grupos que asistió a clases ese día; solo faltaron 6 niños de los tres grados, por lo que se considera como población estudiantil.
- 3.-De los 76 instrumentos aplicados solamente 18 fueron respondidos correctamente en su totalidad (24%)
- 4.-Se realizó una visita posterior y de manera verbal se interrogó a los niños sobre su opinión del cuestionario, la mayoría manifestó que eran muchas preguntas y algo de confusión en las respuestas; cabe mencionar que los encuestadores repitieron instrucciones y respondieron dudas manifestadas.
- 5.-Fueron seleccionadas 9 preguntas del instrumento original relacionadas con la basura- reuso-reciclaje.
- 6.-Se aplicó el instrumento modificado en 69 niños de la misma escuela y grados; faltaron 7 niños que respondieron el instrumento original.
- 7.-El instrumento fue aplicado por los encuestadores en presencia de los docentes en los salones de clases correspondientes.

El instrumento aplicado.

Registra datos demográficos como: género, edad en años cumplidos, grado que cursa y nombre de la escuela. Se conservó el formato original del CATES que consiste en la descripción de dos tipos diferentes de niños de los cuales el niño debe escoger al que se parece más a él marcando el recuadro del niño escogido que corresponde a la frecuencia con que realiza las acciones. Se manifestaron dudas entre los niños y fue necesario ejemplificar una pregunta en el pizarrón.(Anexo 1)

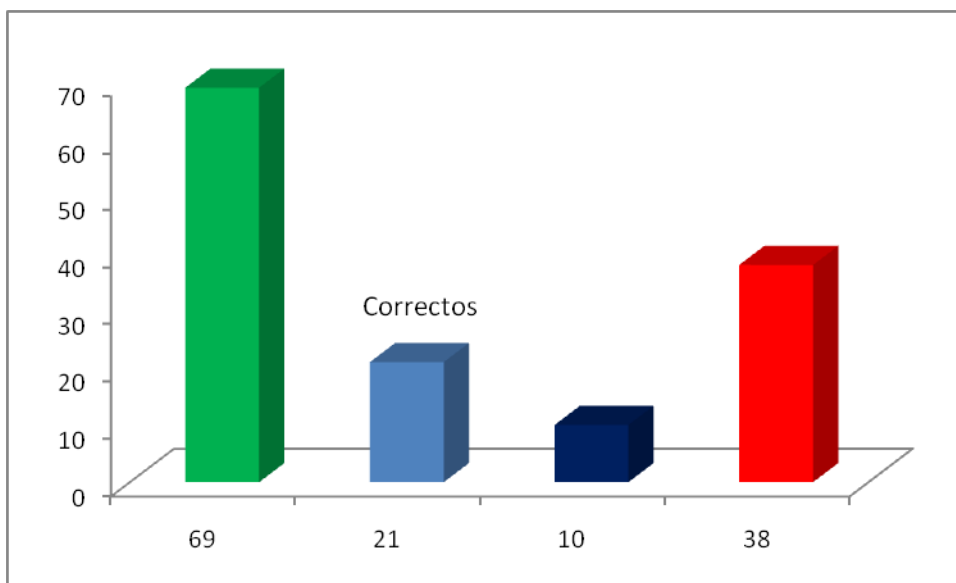
De los 69 instrumentos aplicados, solo 21 fueron contestados correctamente; 38 no contaban con datos demográficos completos y 10 marcaron ambos recuadros de cada pregunta.

Resultados.



Gráfica 1. CATES originales contestados correctamente.

La gráfica 1 muestra que a pesar de haber sido piloteado y repetido y ejemplificado las preguntas del instrumento, este no fue el más adecuado para medir las actitudes ambientales en niños chihuahuenses, a que de los 76 instrumentos aplicados solo se contestaron correctamente 18.



Gráfica 2. CATES modificados contestados correctamente.

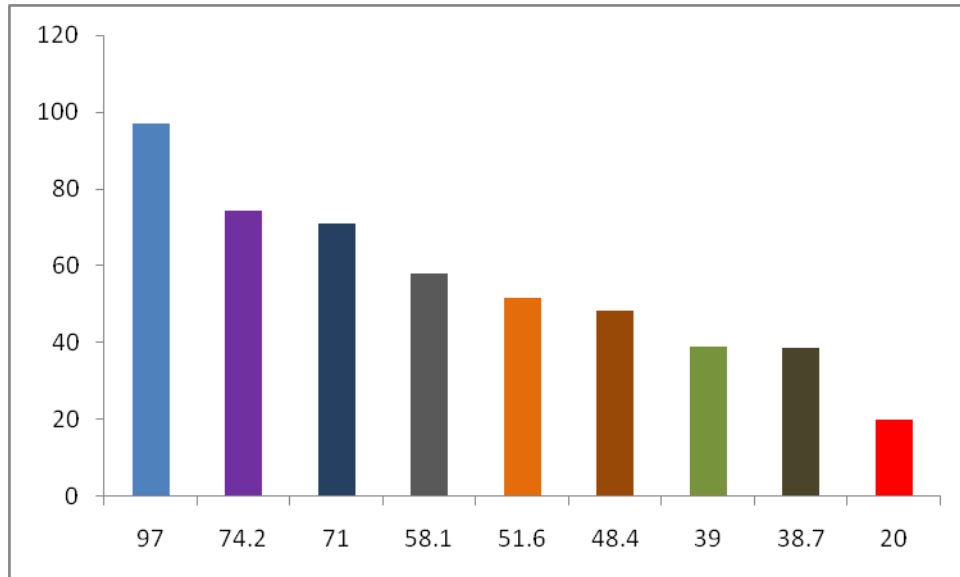
En la gráfica 2 se muestra el número de CATES modificados (9 preguntas sobre temas de basura-reuso-reciclaje); se siguen presentando porcentajes muy bajos de respuestas correctas (30%); sin embargo los 10 cuestionarios que seleccionaron una pregunta y arcaron ambos recuadros pueden ser utilizados junto con los 21 instrumentos contestados correctamente para identificar las acciones que están dispuestos a realizar los niños de primaria respecto al problema ambiental de la basura.

La muestra seleccionada para esta investigación se compone de 31 instrumentos contestados correctamente para ser analizados de manera dicotómica identificando la intención de realizar ciertas acciones de las 9 propuestas en el instrumento CATES modificado.

Se aplicaron técnicas de estadística descriptiva y la información fue procesada en el paquete computacional SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 20.

Los niños encuestados se integran por un 58% del género femenino con una media de edad de 10 años cursando el 4° grado.

La gráfica 3 muestra el porcentaje de respuestas positivas a las 9 preguntas establecidas en el instrumento de medición.



Gráfica 3. Porcentajes de respuestas positivas a CATES modificado.

La mayoría de los niños encuestados usan el papel por ambos lados (97%); les gustaría formar parte de un club de conservación del ambiente (74.2%) ; les molesta ver tirados papel y

basura en las calles o la escuela(71%) pensando además que su comportamiento puede ayudar a mejorar el medio ambiente (58.1%) recogiendo la basura tirada en la escuela (51.2%).

Solo una minoría está dispuesto a separar basura (48.4%), reciclar y reutilizar las cosas (39- 38.7%) y solo un 20% piensa que se deben encontrar otras formas de separar y reutilizar la basura en vez de construir más rellenos sanitarios.

Conclusiones y Recomendaciones.

El instrumento CATES ha sido validado internacionalmente y ha demostrado alta confiabilidad obteniéndose alta confiabilidad evaluada con el Coeficiente Alfa de Cronbach con valores superiores a 0.6 en poblaciones infantiles inglesas y venezolanas; sin embargo al ser aplicado en niños chihuahuenses los resultados del coeficiente fueron de 0.37 indicando poca confiabilidad para el contexto infantil local.

En concordancia con los trabajos de Campos-Pasquali-Peinado (2008) que al utilizar el instrumento piloteado, se produce confusión al responder a las preguntas a pesar de ejemplificar, responder dudas y repetir instrucciones.

Los resultados de esta investigación deben ser considerados como trabajo inicial en la adaptación de un instrumento que permita medir las actitudes ambientales hacia el tema específico de la basura; pretende servir de apoyo para identificar la disposición a la realización de acciones proambientales; se recomienda aplicarse en mayor número de alumnos. La aplicación del instrumento modificado puede servir como indicador de las acciones que los niños realizan en beneficio del ambiente.

Considerando esta muestra de niños como un caso particular resalta la importancia que la mayoría de ellos realizan 5 de 9 acciones positivas al ambiente, resultando en primer lugar el uso del papel por ambos lados, seguido por el deseo de formar parte de un club ecológico pensando que su comportamiento puede ayudar al medio ambiente, además de molestarles ver la basura tirada y están dispuestos a recogerla.

Retomando el objetivo de nuestra campaña local de fomentar la separación de basura, la reutilización y el reciclado de las cosas; los niños encuestados mostraron bajos porcentajes de respuestas positivas a realizar este tipo de acciones, por lo que se recomienda introducir temas de educación ambiental en los programas de estudio complementadas con campañas de información y sensibilización programadas en tiempo y forma que incluyan actividades lúdicas y recreativas. Es de vital importancia la difusión mediática de información ambiental y la concientización y participación activa de los docentes y padres de familia.

Bibliografía.

- 1.- Ajzen, I., y Fishbein, M. (1980). Understanding attitudes and predicting social behavior. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- 2.- Ajzen, I., y Fishbein, M. (2005). The influence of attitudes on behavior. In D. Albarracín, B. T. Johnson, y M. P. Zanna (Eds.), *The handbook of attitudes* . 173-221. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- 3.- Arenas, R. (2009). *Actitud de los estudiantes de la universidad autónoma Juan Misael Saracho hacia la educación ambiental*. Sevilla, España: Tesis doctoral no publicada.
- 4.- Campos, M; Pasquali, C y Peinado, S. (2008). Evaluación psicométrica de un instrumento de medición de actitudes proambientales en escolares venezolanos. *PARADIGMA*, Vol. XXIX, No 2, 135-156.
- 5.- Díaz, J., y Fuentes, F. (2018). Desarrollo de la conciencia ambiental en niños de sexto grado de primaria. Significados y percepciones. *Revista colección pedagógica universitaria*. 26, 89-93.
- 6.- Huang, H. P. y Yore, L. (2003). A comparative study of Canadian and Taiwanese grade 5 children's environmental behaviors, attitudes, concerns, emotional disposition and knowledge. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 1, 419-448.
- 7.- Musser, L. y Malkus, A. (1994). The children attitudes toward the environment scale. *Journal of Environmental Education*, 25, 22-27.

ANEXOS

LA BASURA EN MI CIUDAD.

Queremos conocer tu opinión sobre el medio ambiente y la basura, tus respuestas son privadas, por favor responde con la verdad, no hay respuestas incorrectas. Gracias por participar.

SOY : NIÑO ___ NIÑA ___ TENGO ___ AÑOS Y CURSO EL ___ GRADO DE LA ESCUELA _____

Instrucciones: elije una de las 2 opciones de cada pregunta y marca el recuadro que corresponda

1. a) Algunos niños usan el papel por los dos lados cuando dibujan o escriben. <input type="checkbox"/>	PERO	b) Otros niños usan el papel solo por un lado cuando dibujan o escriben. <input type="checkbox"/>
2. a) Algunos niños piensan que las cosas se deben tirar cuando ya no pueden usarse. <input type="checkbox"/>	PERO	b) Otros niños piensan que debemos reciclar las cosas que ya no pueden usarse más. <input type="checkbox"/>
3. a) Algunos niños piensan que debemos construir más basureros para recoger b) <input type="checkbox"/>	PERO	b) Otros niños piensan que debemos encontrar otras maneras de utilizar la basura. <input type="checkbox"/>
4. a) Algunos niños tiran las cosas cuando terminan de usarlas. <input type="checkbox"/>	PERO	b) Otros niños las vuelven a usar o las dan a otras personas para que las usen. <input type="checkbox"/>
5. a) Algunos niños recogen la basura tirada en el patio o salón de la escuela. <input type="checkbox"/>	PERO	b) A otros niños no les gusta recoger la basura del patio o salón de la escuela. <input type="checkbox"/>
6. a) Algunos niños separan o les gustaría separar la basura. <input type="checkbox"/>	PERO	b) Otros niños no separan o no les gustaría separar la basura. <input type="checkbox"/>
7. a) A algunos niños les gustaría formar parte de un club de conservación del medio ambiente. <input type="checkbox"/>	PERO	b) A otros niños no les gustaría formar parte de un club de conservación del medio ambiente. <input type="checkbox"/>
8. a) Algunos niños piensan que su comportamiento puede ayudar al ambiente. <input type="checkbox"/>	PERO	b) Otros niños piensan que su comportamiento no puede ayudar al medio ambiente. <input type="checkbox"/>
9. a) A algunos niños les molesta ver papel y botellas tirados en la calle. <input type="checkbox"/>	PERO	b) A otros niños no les molesta ver papel y botellas tirados en la calle. <input type="checkbox"/>

Estudio de dos áreas naturales protrotegidas del Estado de Chihuahua: Motivos y requerimientos para su visita

Aida Yarira Reyes Escalante

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Aida.reyes@uacj.mx

Rosa Herminia Suarez Chaparro

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Resumen

En el presente trabajo de investigación se aborda un análisis comparado de dos Área Naturales Protegidas (ANP) “Campo Verde” y “Parque Nacional Cumbres de Majalca” ubicadas en el estado de Chihuahua, México. Se plantea el objetivo de determinar las diferencias sobre los motivos y requerimientos para su visita. La plataforma teórica utilizada es multidisciplinar, ya que atiende posturas de los estudios ambientales, psicología y ciencias sociales. La metodología utilizada contempla un estudio descriptivo-cuantitativo, se basa en la utilización de cuestionario. Para el análisis de los datos se utilizó: *Data Social Mining* mediante softwares de Tableau 15.0 y Weka 3.9.2 con el fin de encontrar patrones ocultos en las preferencias. Los resultados encontrados revelan una sociedad necesitada de alternativas en sus vidas cotidianas, ven interesante y motivante la visita a las Áreas Naturales Protegidas, sin embargo, no presentan compromisos para el apoyo a la conservación. Además, se encontraron diferencias significativas en los motivos para su visita, requerimientos de servicios e instalaciones diversificadas.

Palabras Claves: Áreas Naturales Protegidas, Minería de datos, Campo Verde, Cumbres Majalca.

Comparative analysis of reasons and requirements for the visit of two Protected Natural Areas (ANP) of the state of Chihuahua

Abstract

In the present research work an analysis is approached of two Protected Natural Areas (ANP) "Campo Verde" and "Cumbres de Majalca National Park" located in the state of Chihuahua, Mexico is addressed. The objective is to determine the differences on the reasons and requirements for your visit. The theoretical platform used is multidisciplinary, since it deals with postures of environmental studies, psychology and social sciences. The methodology used contemplates a descriptive-quantitative study, based on the use of a questionnaire. For the analysis of the data we used: *Data Social Mining* by means of softwares of Tableau 15.0 and Weka 3.9.2 in order to find hidden patterns in the preferences. The results reveal a society in need of alternatives in their daily lives, they see interesting and motivating the visit to the Protected Natural Areas, however, they do not present commitments to support conservation. In addition, significant differences were found in the reasons for their visit, service requirements and diversified facilities.

Keywords: Protected Natural Areas, Data Mining, Green Field, Majalca Summits.

1. Introducción

Los estudios para comprender las motivaciones que tiene un ser humano para la realización de una o varias actividades se encuentra en su mayoría dentro de las disciplinas de la psicología, ciencias sociales, políticas públicas, salud, entre otras. Una de las grandes posturas abordadas para su estudio se encuentran dentro de las teorías de las necesidades humanas, de acuerdo a Ramos (2004) las necesidades humanas se convirtió prácticamente en una categoría exclusiva de los estudios acerca de la pobreza, sin embargo, la definición de necesidades en diversas especialidades y áreas del conocimiento, hace referencia a una evaluación subjetiva que pone de manifiesto un desfase entre un estado deseado de la persona y el estado real; de esta evaluación surge la determinación de un estado motivacional (de intensidad variable) que luego identifica una necesidad subjetiva de la que puede derivarse la acción para corregir esa situación: Desde la psicología, se expone que la necesidad es el sentimiento o estado ligado a la vivencia de una carencia que se asocia al esfuerzo orientado a suprimir la falta o corrección de la situación de carencia, cuyo alcance y complejidad puede ser variable. En cuanto al ámbito de las Políticas Sociales, la necesidad está asociada, en su origen al desarrollo del Estado de Bienestar como criterio de acceso a las diferentes dimensiones de protección social, donde estas se sitúan en el centro del debate en torno a la relación entre necesidades sociales, oferta de servicios, demanda o sostenibilidad.

Elizalde, Martí Vilar, & Martínez Salvá, (2006) señalan como desde las aportaciones de Abraham Maslow se inicia la explicación del comportamiento del hombre antes sus necesidades y como estas determinan las acciones de los hombres y definiendo que las necesidades fisiológicas, son aquellas que se relacionan al organismo: hambre, sed, sueño, vestido, cobijo, sexo. También distingue estas necesidades como “deficitarias” (fisiológicas, de seguridad, estima, de amor y pertenencia) y de “desarrollo del ser” (auto-realización), (Maslow, 1943). Mientras que las necesidades fisiológicas se refieren a la supervivencia del hombre; considerando necesidades básicas como: respirar, beber agua, dormir, comer, sexo y refugio, (Quintero, 2007). Elizalde *Op.cit.*, (2006) mencionan como la influencia de la psicología después de los años cincuenta y las aportaciones de diversos estudios y se concluye que la satisfacción de las necesidades de los seres humanos se redujo a la urgencia de la acumulación, poseer bienes y servicios aún sin importar su utilidad y que, para adquirirlos, lo único realmente necesario es el dinero.

Relacionado con nuestro posicionamiento teórico en este estudio, encontramos importante el enfoque de Locke y Latham (2004) ya que plantean que es relevante incorporar el concepto de motivación para el estudio de las necesidades humanas, gustos y preferencias, refiriendo la existencia tanto de factores internos que impulsan la acción, como de factores externos que pueden actuar como estímulo para la motivación.

Los abordajes de investigación relacionada en cuanto a las motivaciones que llevan al ser humano a disfrutar los espacios naturales y en específico en lo que atañe al objetivo principal de este trabajo de investigación en relación a las motivaciones y requerimientos para la visita de Áreas Naturales Protegidas (ANP) es relativamente escaso. En el caso de México, solo se tiene registrada la investigación realizada por Suárez (2015), sin embargo, esta tiene como objetivo principal el análisis del estudio del paisaje en las ANP del estado de Chihuahua, en segundo momento los motivos y requerimientos. Otros estudios realizados en las ANP, fueron analizados en el 2015 por

Ortega-Rubio *et al.*, (2006) y establecen que existe un total de 27 enfoques principales de investigación que es posible desarrollar para sustentar el manejo y conservación de una ANP. El estudio establece que los enfoques, se centran en temáticas tales como: inventarios florísticos y faunísticos; estudios hidrológicos; estudios edafológicos; estructura de la vegetación; servicios ecosistémicos; biología especies amenazadas; efectos de las especies exóticas; restauración de suelos; restauración mantos freáticos; domesticación de plantas; domesticación fauna; efectos cambio climático en especies; efectos cambio climático en ecosistemas; impactos ambientales por actividades turísticas; impactos ambientales por actividades mineras; impactos socioeconómicos; estudios antropológicos; estudios comunitarios; estudios básicos biológicos de flora y fauna; servicios ambientales; especies invasoras; impactos ambientales por actividades antropogénicas; estudios oceanográficos; evaluaciones de recursos pesqueros; estudios de redes tróficas; estudios de redes tróficas; estudios de conectividad; estudios económicos y de mercado para los productos explotados, (Ortega-Rubio, *Op. cit.*).

A raíz de la carencia en los estudios en México en relación a las motivaciones para la visita de las ANP en el estado de Chihuahua y sus requerimientos es pertinente establecer la hipótesis principal de la investigación que nos ocupa; existen diferencias significativas en los motivos de la población en visitar el ANP de Campo Verde versus el Parque Nacional Cumbres de Majalca. Así mismo, los requerimientos establecidos para ambas ANP se basan en el disfrute del medio ambiente.

2. Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en México

Los antecedentes de la protección de las zonas de naturales, para evitar la destrucción de los bosques, se iniciaron en México en 1876 con la Reserva Nacional "Desierto de los Leones". Para tal efecto, se tomó como ejemplo la promulgación de la declaración de Yellowstone en 1872. En su aplicación se incluyó la parcialidad de su manejo, que consideraba la existencia y protección del área natural sin gente y sin la participación de las mismas; tenía como principal objetivo el abastecimiento de agua a la ciudad de México, además del esparcimiento para sus habitantes. Para el 1889 México ya cuenta con la ANP y en la actualidad figura entre los países con mayor diversidad biológica; cuenta con gran variedad de sitios naturales y culturales cuyo paisaje es excepcional, lo que lo convierte en un destino natural para un alto número de turistas cada año.

Dentro de las estrategias del Comisión Nacional de Áreas Nacionales Protegidas (CONANP) en México, es la responsable del cuidado y protección de las ANP, se encuentra en la actualidad con el Programa Nacional de Áreas Protegidas 2014-2018 (PNANP), entre sus objetivos establece promover el aprovechamiento sustentable de la riqueza natural y cultural que cada estado de la República Mexicana posee. Además, impulsa el compromiso de conservar los ecosistemas al igual que el manejo integral del paisaje, todo vinculado al crecimiento económico y bienestar social de las comunidades en las áreas naturales y sus zonas de influencia. En la actualidad se tienen registradas de acuerdo al Prontuario Estadístico y Geográfico de las Áreas Naturales Protegidas de México se cuenta con un total de 25,628, 219.39ha de un total de ANP 182 en toda la República Mexicana, (CONANP, 2007) (ver Figura 1).

Figura 1. Distribución de las Áreas Naturales Protegidas según su categoría de Manejo



Fuente: Tomado del Prontuario 2016. Prontuario Estadístico y Geográfico de las Áreas Naturales Protegidas de México. CONANP, SEMANAT, México 2016

2.1 Áreas Naturales Protegidas en Chihuahua

El estado de Chihuahua cuenta en la actualidad con nueve ANP según los registros de la CONANP 2015 cubriendo una longitud de 1,646,883.00 ha en 16 diferentes municipios, (ver tabla 1). Además, Chihuahua cuenta con el Programa Sectorial de Ecología (2010-2016), elaborado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE, 2010), que pretende proporcionar una visión conjunta y establece metas para salvaguardar los derechos ambientales y los intereses de la población, vinculados con la protección al ambiente y la preservación del equilibrio ecológico.

Tabla 1. Áreas Naturales Protegidas (ANP) en el estado de Chihuahua

Área natural protegida	Categoría	Superficie Hectáreas	Municipios
Janos	Reserva de la Biosfera	526,483	Janos.
Cascada de Basaseachic	Parque Nacional	5,803	Ocampo.
Cumbres de Majalca	Parque Nacional	4,701	Chihuahua.
Río Bravo del Norte	Monumento Natural	2,175	Manuel Benavides, Ojinaga, Acuña.
Tutuaca	Área de Protección de Flora y Fauna	436,986	Temasachic, Guerrero, Matachi, Madera, Moris, Ocampo.

Cañón de Santa Elena	Área de Protección de Flora y Fauna	277,210	Manuel Benavides, Ojinaga.
Papigochic	Área de Protección de Flora y Fauna	222,274	Temosachic, Bocoyna, Guerrero, Ocampo.
Campo Verde	Área de Protección de Flora y Fauna	108,069	Madera, Casas Grandes, Nacori Chico.
Médanos de Samalayuca	Área de Protección de Flora y Fauna	63,182	Juárez, Guadalupe.
Cerro de Mohinora	Área de Protección de Flora y Fauna	9125,252	Guadalupe y Calvo
Total 9		10,772,135	17 municipios

Fuente: elaboración propia tomando como base información de CONANP, 2017.

3. Minería de Datos y su aplicación en Aspectos Sociales

En la actualidad el uso de la minería de datos se está extendiendo a diversas áreas de estudio, su interés recae en que se puede tener extracción de información oculta y predecible dentro de grandes bases de datos, es una tecnología nueva que se centra en la información más importante en sus Bases de información (*Data Warehouse*).

La Minería de Datos o *Data Mining* (DM) puede ser visto como el resultado de la evolución natural de la tecnología de la información, debido a la amplia disponibilidad de enormes cantidades de datos y la necesidad inminente de convertir tales datos en información útil y conocimiento (Han y Kamber, 2006). De acuerdo a Sumathi y Sivanandam (2006) el objetivo de la Minería de Datos es extraer patrones implícitos, previamente desconocidos y potencialmente útiles (o accionables) de los datos. La minería de datos consta de muchas técnicas actualizadas, como la clasificación (árboles de decisión, clasificador Bayes nativo, vecino k-más cercano, redes neuronales), agrupación (k-medias, agrupación jerárquica, agrupación basada en densidad), asociación (one-asociación dimensional, multidimensional, multinivel, asociación basada en restricciones). Muchos años de práctica demuestran que la extracción de datos es un proceso, y su aplicación exitosa requiere el preprocesamiento de datos (reducción de la dimensionalidad, limpieza, eliminación de ruidos / valores atípicos), postproceso (comprensibilidad, resumen, presentación), buen conocimiento de los dominios de problemas y experiencia en dominios. Uno de los aspectos más trascendentales del uso de la minería de datos se denomina minería de datos sociales (*Data Social Mining*), que trata de encontrar diferentes patrones en grupos predefinidos.

En el uso de *Social Data Mining* se enfatiza el rol del análisis colectivo, más que el individual. La tendencia social refleja la historia del uso de un comportamiento colectivo, y sirve como base para caracterizar el comportamiento (He, 2005). Los enfoques de *Social Data Mining* buscan situaciones análogas en los registros de comportamiento (Padméterakiris, A, Gyllenhaal, J. y Ochoa A., 2005).

4. Metodología

La presente investigación, a partir del objetivo planteado, permite enmarcarse como una investigación exploratoria, descriptiva y explicativa; exploratoria debido a que pretende conocer los motivos para visitar una ANP, clasificadas como variable independiente, también los requerimientos, encontrándose que la variable dependiente es la decisión de asistir. Basándose en que son investigaciones cuya finalidad es de corto alcance que suelen tener los siguientes objetivos: conocer la información disponible sobre algún tema y determinar si existe influencia entre dos o más factores, en donde uno se suponga antecedente (variable independiente) de otro (variable dependiente) (Castañeda, De la Torre, Morán y Lara, 2002). Son preponderantes en áreas o disciplinas donde las problemáticas no están suficientemente desarrolladas, de manera que el investigador tiene como propósito ganar familiaridad con la situación antes de formular su problema de manera específica. Son necesarias ya sea para la precisión o examen en profundidad de algunos de los supuestos de la teoría, para la construcción de esquemas clasificatorios provisionales, para detectar alguno modelo aún no formulado en forma explícita o bien para facilitar la generación de algunas hipótesis que serán puestas a prueba posteriormente con algún diseño explicativo (Padua, 2000).

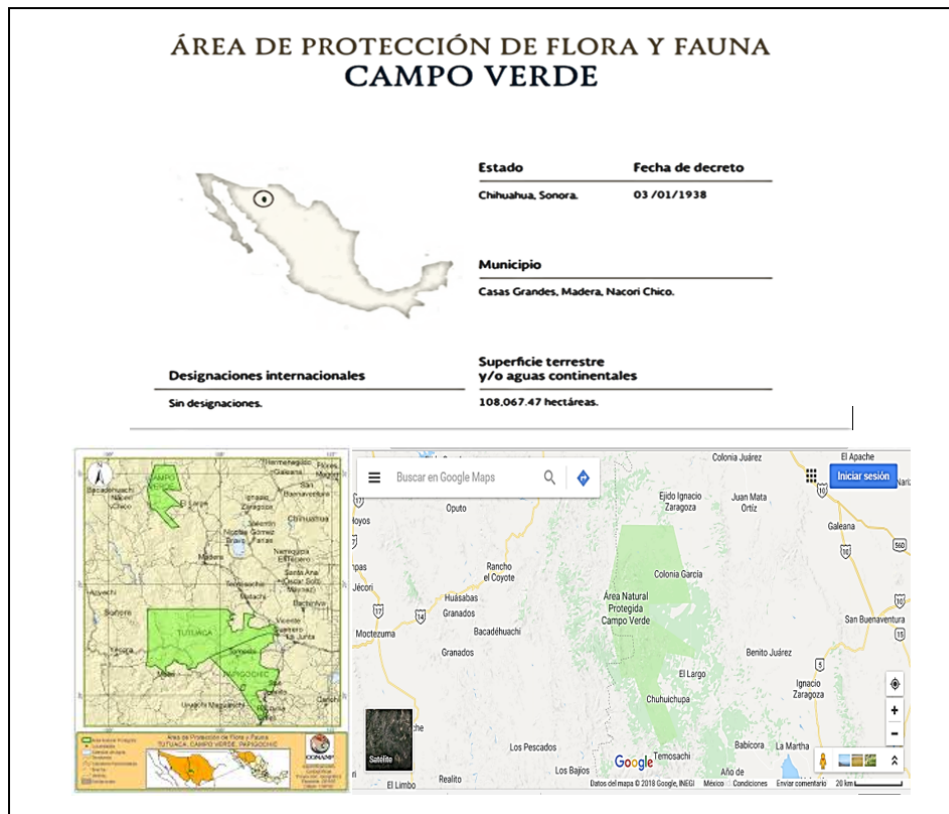
4.1 Área de estudio

Dentro de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) del estado de Chihuahua se cuenta con el área de Campo Verde y Parque Nacional Cumbres de Majalca, su ubicación geográfica y el interés en su visita lleva a la presente investigación en determinar si hay comportamientos de motivación y requerimientos similares o bien diferentes.

a) Área Natural Protegida (ANP) Campo Verde

El ANP Campo Verde fue declarada el 03 de enero 1938 y recategorizada el 26 de diciembre del 2002, (DOF, 2002). Se encuentra ubicada entre los estados de Chihuahua y Sonora, y los municipios de Casas Grandes y Madera. Con una superficie de 108 mil 067 hectáreas. Que involucra los municipios de Madera, Casas Grandes, Nacori Chico, (ver figura 2). Campo Verde representa uno de los ecosistemas y biodiversidad más importante de la región, cuenta con un clima frío en invierno y templado en verano, representa uno de los corredores más importantes para la cotorra serrana occidental y el oso negro, (CONANP, 2017). Su ubicación se encuentra en la zona noroeste del estado de Chihuahua, en la Sierra Madre Occidental, (ver Figura 2).

Figura 2. Ubicación geográfica ANP “Campo Verde”

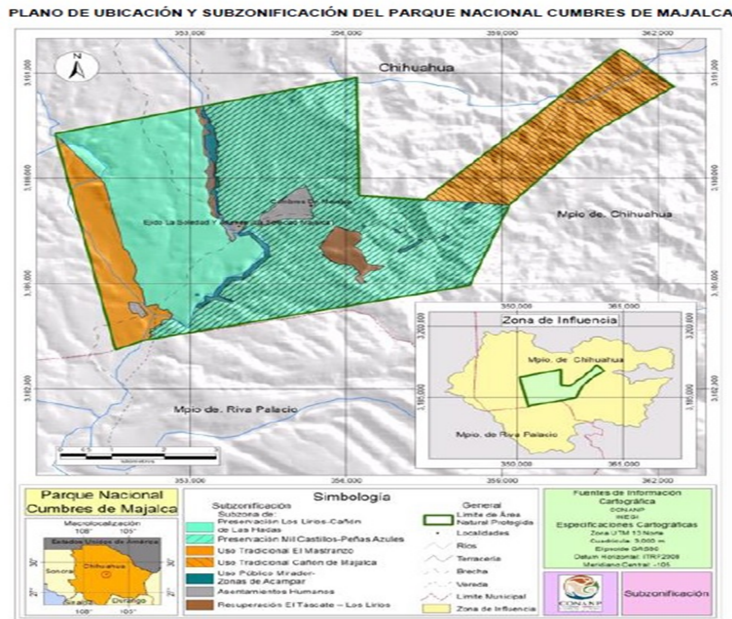


Fuente. Elaboración propia, basada en imágenes de Google imagen Área Natural Protegida Campo Verde. Fecha de consulta 15 mayo 2018 www.google.imagenes.campoverde.com

b. El Parque Nacional Cumbres de Majalca

ANP se estableció mediante el Decreto que declara Parque Nacional las “Cumbres de Majalca”, Chihuahua, publicado el 1 de septiembre de 1939 en el Diario Oficial de la Federación. Cuenta con una superficie de 4,701-27-57.83 hectáreas. El Parque Nacional Cumbres de Majalca comprende superficies de bosques de pino-encino, bosques de encino-pino y pastizal natural, los cuales comprenden el hábitat de numerosas especies de flora y fauna incluyendo especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, tales como culebra chirriadora común (*Coluber flagellum*) en categoría de amenazada y halcón peregrino (*Falco peregrinus*) sujeta a protección especial (DOF, 2016). El ANP se encuentra inmerso casi en su totalidad dentro del Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) número 134 Sierra del Nido, completamente dentro de la Región Terrestre Prioritaria 47 Sierra del Nido-Pastizal de Flores Magón; y su porción occidental queda inmersa dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 39 Cuenca alta del Río Conchos (DOF, 2016). El polígono se encuentra dentro del Plan de manejo de acuerdo a la CONANP, (ver Figura 3).

Figura 3. Polígono ANP, Parque Nacional Cumbres de Majalca



Fuente: tomado del Polígono del Parque Nacional Cumbres de Majalca. Diario Oficial de la Federación. Fecha consulta 19 de octubre 2017. Gobierno de México. DOF, 2016

4.2 Recolección y tratamiento de datos

La estructura de la encuesta se construye en dos secciones: la primera es un conjunto de fotografías tomadas en las áreas de estudio, en este caso Campo Verde y Parque Nacional Cumbres de Majalca, con el fin de que el participante a través de las fotografías conozca las ANP de estudio. Cada ANP contendrá 10 fotografías que muestran diversos paisajes con que cuenta. En la segunda parte, se incluyeron preguntas para determinar el perfil sociodemográfico de los visitantes, sus motivos para visitar el área natural y sus requerimientos para su visita.

La muestra de la población de estudio se construyó mediante una muestra no probabilística mediante el método de bola de nieve. Este método se emplea con frecuencia para medir características en poblaciones que carecen de marco muestral, con el fin de tener acceso a poblaciones de baja incidencia y/o a individuos de difícil acceso; a lo que se conoce como poblaciones ocultas. Esta técnica no probabilística sustenta que los miembros de la población tienen una red social, la cual permitirá contactarlos. Trata que los individuos seleccionados para ser estudiados recluten a nuevos participantes entre sus conocidos, así el tamaño de la muestra incrementa durante el desarrollo del muestreo, (Teddlie y Yu, 2007). Mediante la aplicación se cuenta con un total de 155 encuestas en cada ANP que suman un total de 310 aplicadas vía electrónica utilizando el software *Google Drive*.

Para el análisis de los datos se utilizará *Data Social Mining* mediante el software Weka 3.9.2 y Tableau 15.0 para determinar agrupaciones y relaciones ocultas en las elecciones de los evaluadores con respecto a la información obtenida. El *Data Mining* es considerado el análisis de conjuntos de datos observacionales para encontrar relaciones insospechadas y resumir los datos de nuevas

formas que son tanto comprensibles como útiles. Permite comprender el contenido de una base de datos.

5. Resultados

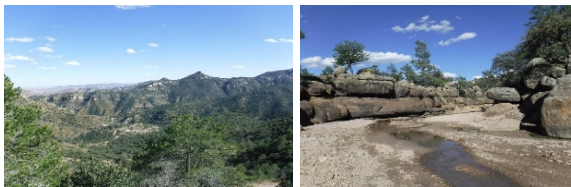
De acuerdo a la metodología establecida se organizan los resultados en los tres apartados que se plantearon: toma de fotografías de las áreas de estudio, resultados sociodemográficos, análisis de resultados.

a. Reconocimiento de las ANP: Campo Verde y Parque Nacional Cumbres de Majalca

Las fotografías tomadas en las dos ANP que involucran el presente estudio se compone de 20 fotos: 10 de Campo Verde y 10 de Parque Nacional Cumbre de Majalca, (ver Figura 4). Estas fotografías fueron tomadas durante la visita al área durante el 2017, periodo en el cual se recorrió y se conocieron las áreas naturales protegidas y sus diversos paisajes y actividades.

Figura 4. Paisajes de ANP's Majalca y Campo Verde

CUMBRES DE MAJALCA



CAMPO VERDE





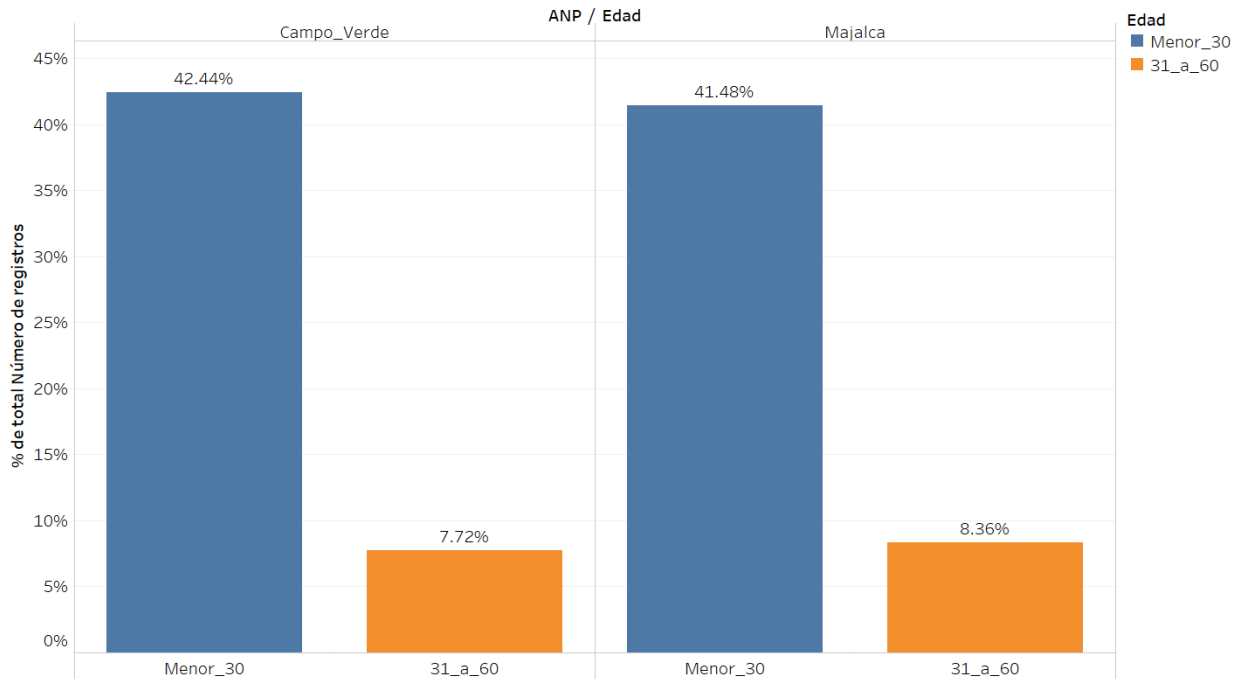
Fuente. Elaboración propia.

b. Resultados sociodemográficos

Los datos socioeconómicos del estudio se obtienen que el grupo de edad menor de 30 representan el 42.4% en Campo Verde y el 41.4% Majalca, el grupo de edad menores de 30 es de 7.72% en Campo Verde y el 8.36% en Majalca, (ver Figura 5). Esto refleja que en ambas áreas la población encuestada son adultos mayores.

Figura 5. Grupos de edad por ANP

Hoja 2

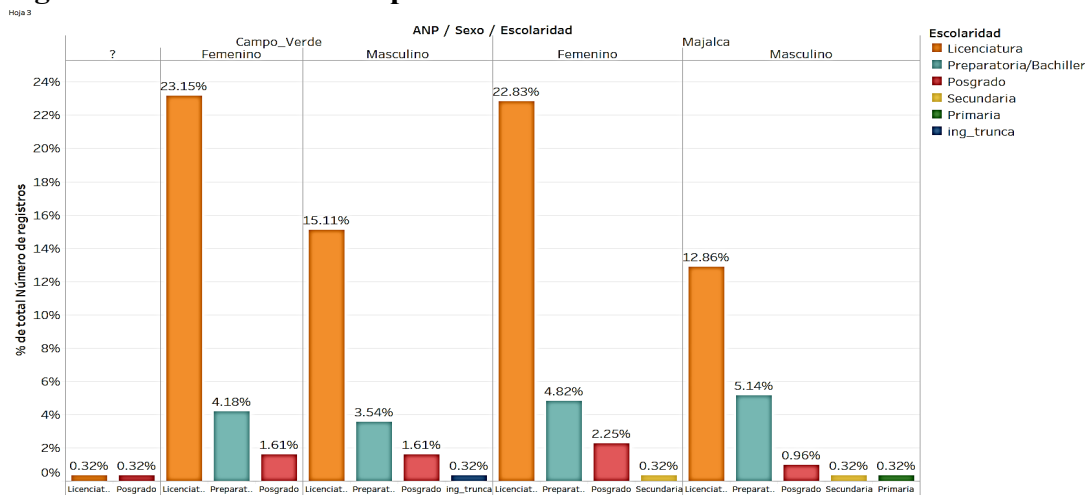


% de total Número de registros para cada Edad desglosado por ANP. El color muestra detalles acerca de Edad.

Fuente. Elaboración propia

En ambas áreas se puede apreciar la presencia de las mujeres al estar representadas con el 28.94% en Campo Verde y 30.23% en Majalca. Los hombres con el 20.58% y 19.61% respectivamente. Las mujeres reflejan niveles estudio en ambas áreas de licenciatura ya que el 23.1% de Campo Verde y el 22.83% de tienen estudios de licenciatura, el 15.11% del hombre su nivel es de licenciatura en Campo Verde, en comparación en 12.54% de los hombres en Majalca. (ver Figura 6)

Figura 6. Niveles de estudio por ANP

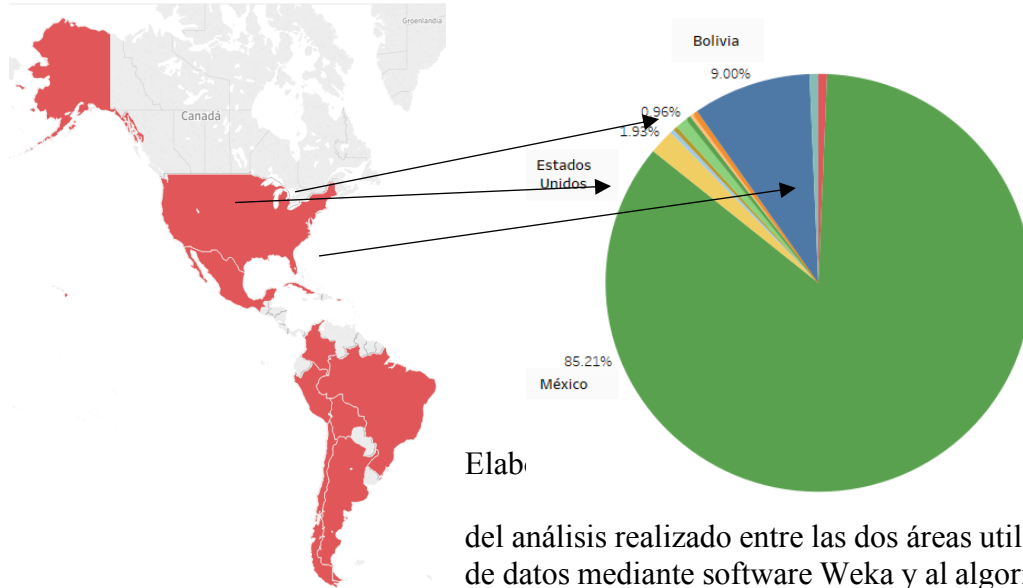


% de total Número de registros para cada Escolaridad desglosado por ANP y Sexo. El color muestra detalles acerca de Escolaridad.

Fuente: Elaboración propia

Los lugares de residencia son variados, ya que se tiene representación de 11 países, de los cuales el 82% son de México, el 9% de Bolivia, y el 1.93% de Estados Unidos, como los más frecuentes. (ver Figura 7)

Figura 7. País de Origen



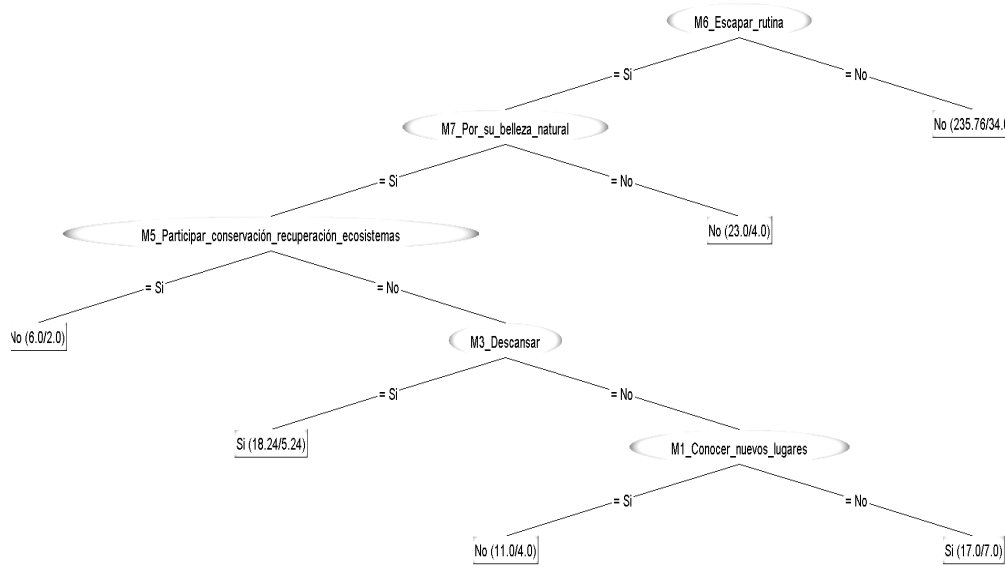
Fuente.

Elab.

Dentro
minería
se

del análisis realizado entre las dos áreas utilizando la de datos mediante software Weka y al algoritmo J48, analizaron motivos turísticos, en donde se encontró que el principal de ambas áreas es lo relacionado con: escapar de la rutina, esta variable se relaciona con la percepción de la belleza natural de los paisajes de las ANP's observadas, y motiva a que las personas deseen participar en la conservación y recuperación de los espacios naturales, esto está relacionado con el motivo del descanso, y en su dado caso conocer nuevos lugares. (Ver Figura 8)

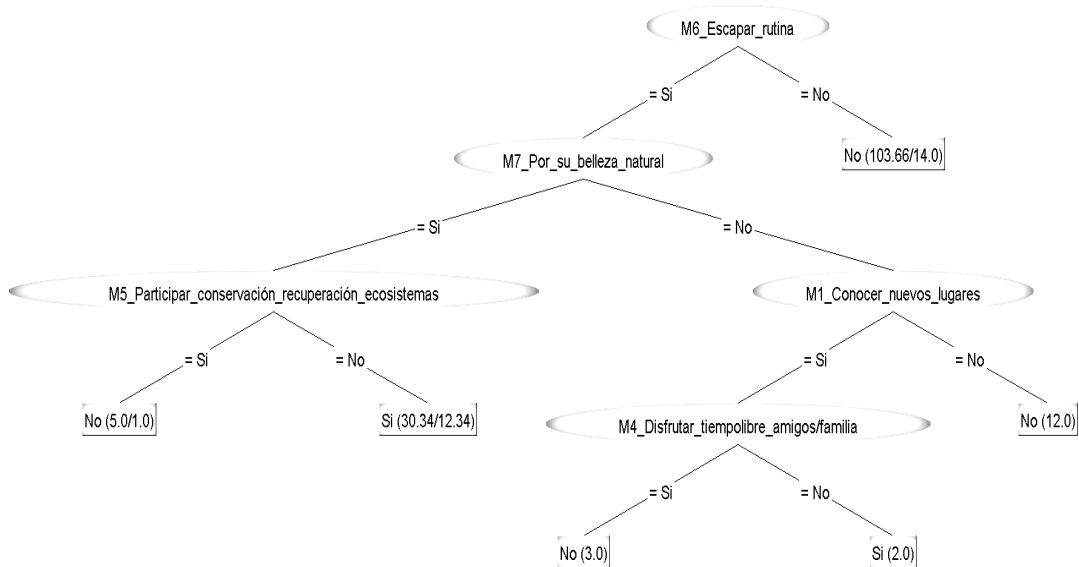
Figura 8. Relación de variables análisis de conjunto ANP de Campo Verde y Cumbres de Majalca



Fuente: Elaboración propia

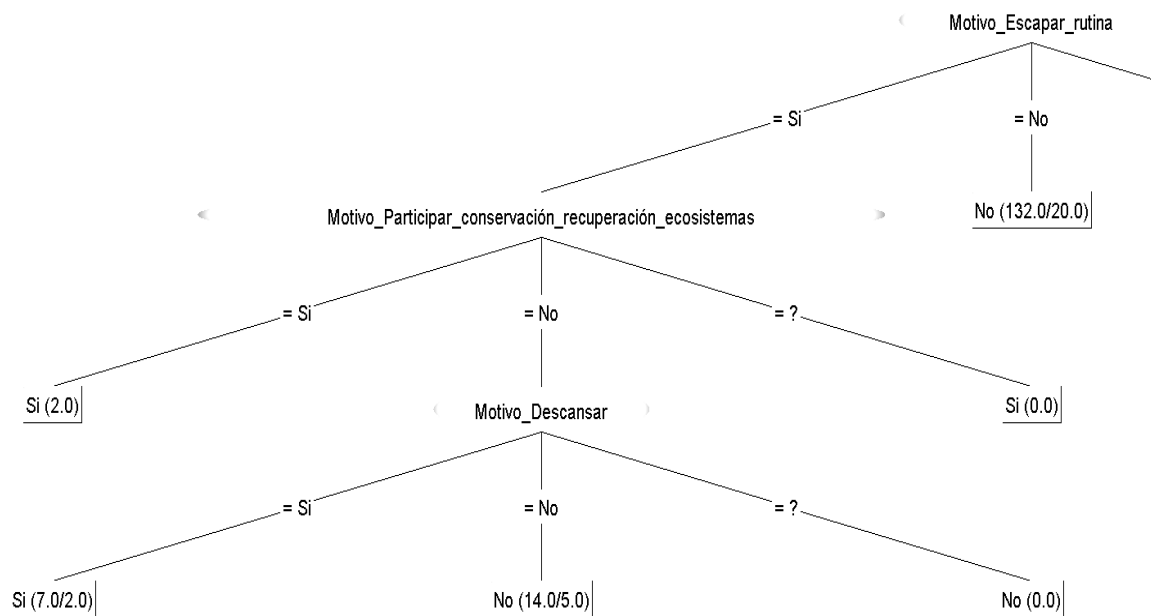
El análisis comparado no se encontró variación en la variable detonante entre las dos ANP, es resultado refleja como para Campo Verde se detonan 5 variables relacionadas: el motivo de escapar de la rutina es el más importante, siguiendo del motivo de la belleza natural del área y el interés por participación en la conservación, así mismo, se observa como el motivo por conocer nuevos lugares y disfrutar del tiempo libre con amigos y familia figura. Para Cumbres de Majalca solo detona tres variables ocultas: escapar de la rutina como el más importante, participar en la conservación y recuperación del ecosistema y descansar, ver figura 9 y 10.

Figura 9. Variables del ANP Campo Verde



Fuente: Elaboración propia

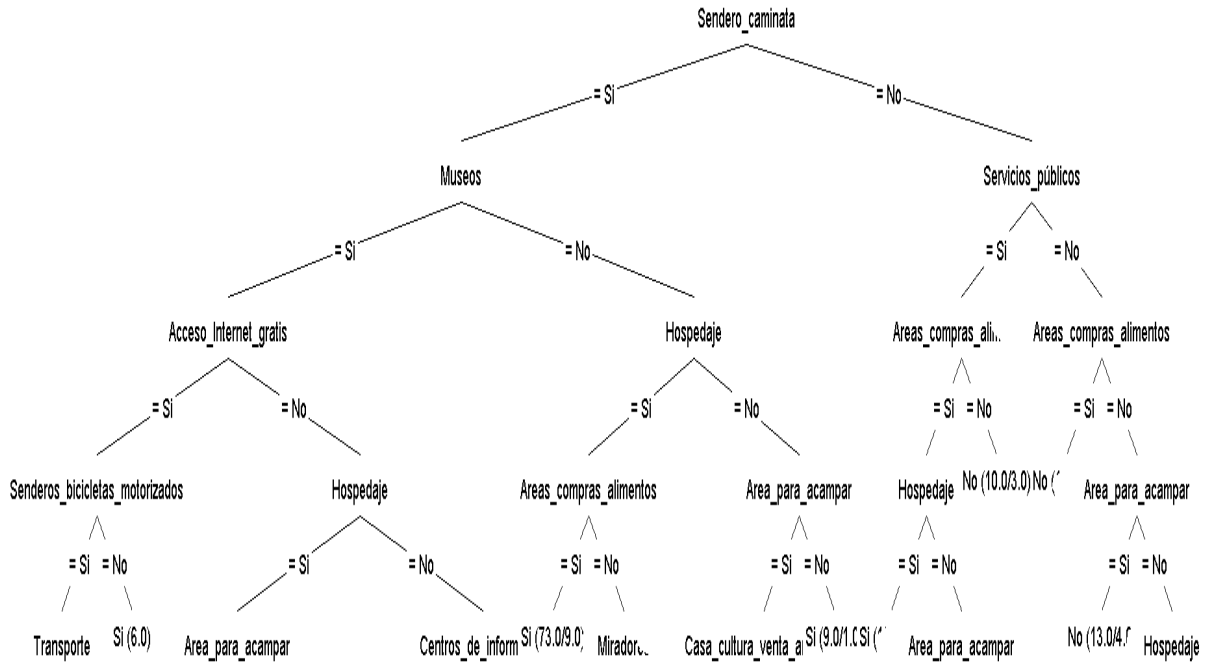
Figura 10. Variables del ANP Majalca



Fuente: Elaboración propia

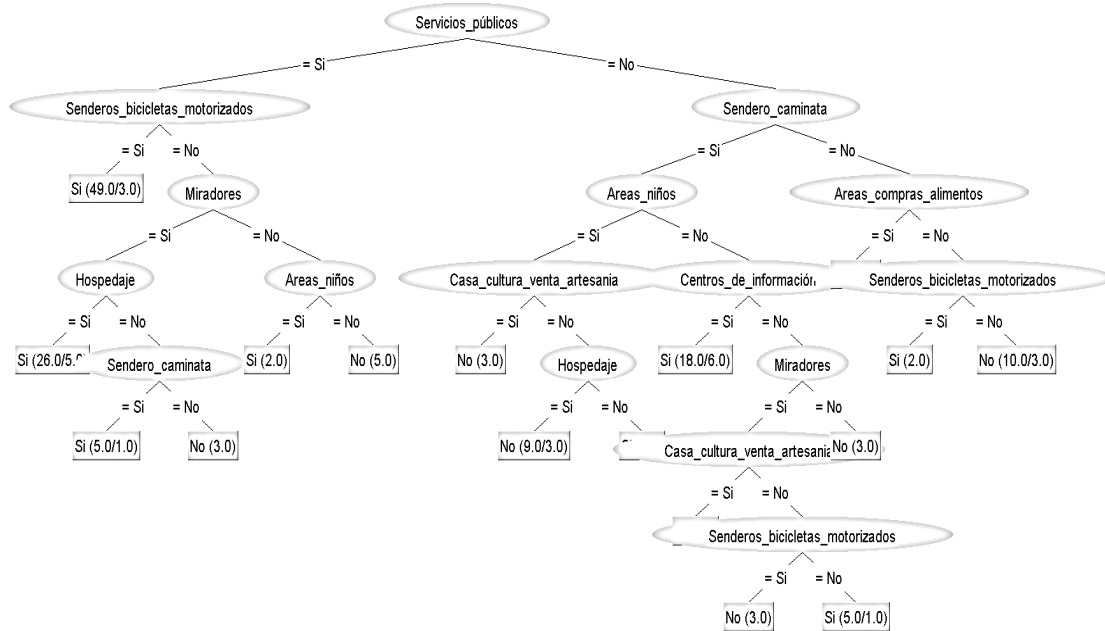
En cuanto a los requerimientos se encontró que en forma conjunta el principal requerimiento es la existencia de senderos para caminata, esto relacionado a la existencia por un lado de museos y por otro servicio público, otras variables relacionadas es la existencia de internet en la zona, hospedaje y áreas de compras, (ver figura 11). En cuanto al análisis comparativo se puede observar que para Campo Verde las variables más importantes de requerimiento son: la existencia de servicios públicos, senderos para bicicletas y motonetas como también senderos de caminatas, (ver Figura 12) y para Majalca el requerimiento más importante es la existencia de caseta de comunicación y primeros auxilios, la existencia de una casa de cultura y venta de artesanías, y la construcción de más miradores, otras variables son el requerimiento de museos y senderos de bicicleta y áreas de compras, (ver Figura 13).

Figura 11. Relacion de variables conjunta de las ANP

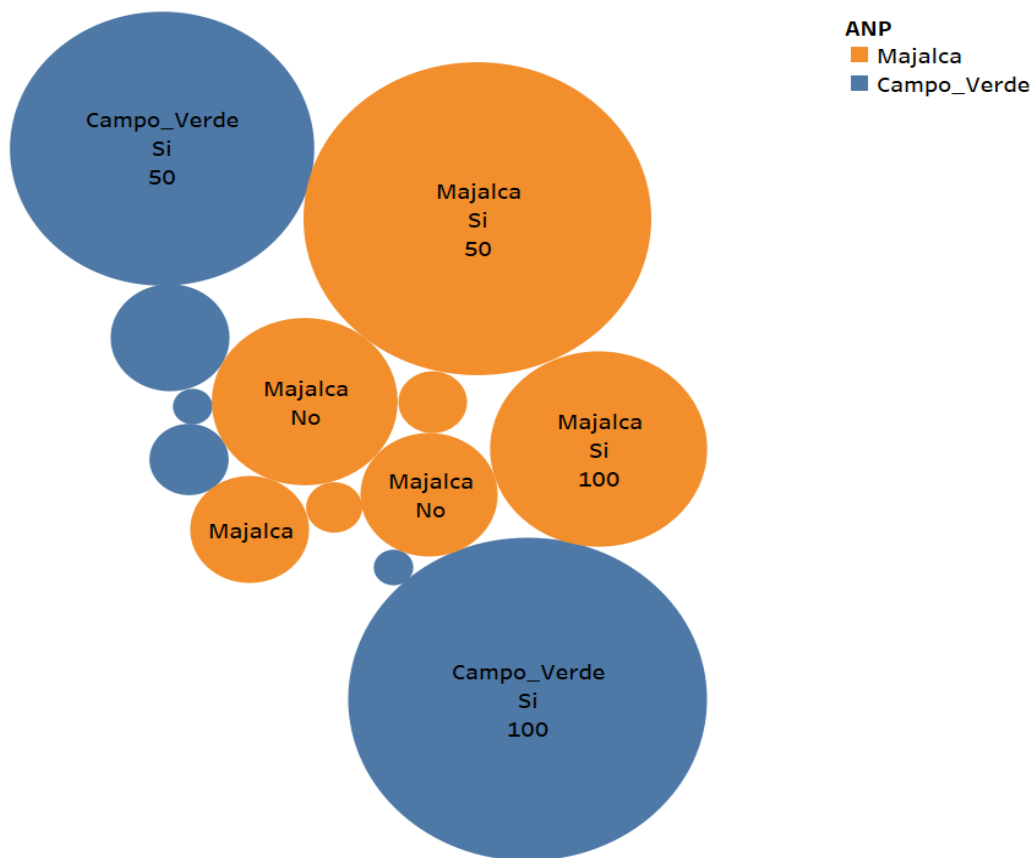


Fuente: Elaboracion propia

Figura 12. Relacion de variables de requerimientos Campo Verde



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboracion propia

6. Discusión de hallazgos

Los resultados encontrados permiten determinar que las dos ANP tienen un principal motivo en común para su visita que es salir de la rutina, este comportamiento revela una sociedad demandante en los cambios en las vidas cotidianas. En este sentido, es importante visualizar como los seres humanos buscan su bienestar, entendido esto de acuerdo a la RAE como: i) conjunto de las cosas necesarias para vivir bien; ii) vida holgada o cuanto conduce a pasarlo bien y con tranquilidad; y iii) estado de la persona en el que se le hace sensible el buen funcionamiento de su actividad somática y psíquica». Aguado, Calvo, Dessal, Riechmann, Gonzalez y Montes (2012) establecen que el concepto de bienestar tiene que ver con el abastecimiento de cosas necesarias para vivir bien proporcionándonos una vida entretenida, tranquila y saludable. En base a lo anterior se comprendería esta necesidad de salir de la rutina buscando actividades diversificadas para sentirse bien. En este mismo sentido Appleton (1975) definió en su teoría Prospectiva-Refugio al indicar que los seres humanos experimentan el placer y la satisfacción por los paisajes que responden a sus necesidades biológicas; y que lo estimulen a relajarse y sentirse seguro.

En esta misma línea se puede observar como los motivos para visitar un espacio tal como lo indica Cabeza (2006) al mencionar que una de las dimensiones para el uso del tiempo libre se da en un

dimensión ambiental-ecológica, relacionándose por un lado con el entorno físico y urbano de la comunidad y, por otro lado, con la vivencia de un espacio físico con la naturaleza, ejemplificada en espacios al aire libre. Por lo tanto, los requerimientos de senderos para caminantes, bicicletas y motos son parte de esta experiencia.

Otro hallazgo importante que discutir es la evidencia de la variable del requerimiento a acceso a internet, estudios realizados revelan que una de las necesidades de las generaciones actuales es el uso de dispositivos móviles, que permiten estar en constante comunicación y también para el uso de GPS, programas de monitoreo de pasos realizados, y seguimiento a problemas cardiacos entre otros. Como respuesta a este hallazgo se menciona, como con cambios significativos en la estructura, la cultura y la conducta social, tal como lo expone Castell (2014) al indicar como el uso de la web promueve la comunicación en red como forma predominante de organización, la marcada tendencia al individualismo en el comportamiento social y la cultura de la autonomía imperante en la sociedad red.

El análisis comparativo permite encontrar que el Parque Nacional Cumbre de Majalca presenta requerimientos más especializados como es la casa de cultura y ventas de artesanías, considerando que esta área se encuentra cercana a la capital de estado y se cuenta con una gran variedad de servicios de infraestructura, como son la caseta de vigilancia, centro de información, se observa el requerimiento especializado en cuestiones más culturales, representativo de una clase social, en donde los encuestados presentan niveles de estudio de licenciatura, reflejando con ello un, nivel de vida que tiene una relación con una concepción de bienestar principalmente material. Considerando que ambas áreas fueron evaluadas por poblaciones que se encuentran en niveles educativos altos (licenciatura y posgrado) se encontró que estos no están interesados en pagar más de 100 pesos (5.4dls). Considerando que es una responsabilidad del gobierno el mantenimiento de la misma y su conservación, un comportamiento en ambas áreas iguales ya que por un lado se desea la conservación y por otro no se quiere pagar para los accesos.

7. Conclusiones

Dentro de los objetivos planteados se logra realizar el análisis comparado entre dos ANP del estado de Chihuahua, estas áreas presentan geografías de paisajes diversos, los motivos presentados para visitarlos es que estimulan salir de la rutina de las personas, querer tener contacto con la naturaleza y practicar la caminata.

Se concluye que los resultados reflejan una población de adultos que desea descansar y apoyar en la conservación de los espacios naturales pero que no sea costo para ellos, aunque los montos no sobre pasan los 100 pesos (5.4 dls) como máximo, la población desea pagar menos no encontrándose diferencias en este aspecto en ambas áreas.

Dentro de las conclusiones relevantes es encontrar una sociedad necesitada de alternativas en sus vidas cotidianas, ven interesante y motivante la visita a las Áreas Naturales Protegidas, sin embargo, no presentan compromisos para el apoyo a la conservación de la misma. El comportamiento hacia los espacios analizados revela que la sociedad busca aquellos que le permita

sentirse seguro, por lo tanto, requiere de la existencia de servicios públicos, servicios de primeros auxilios, servicios de internet son de los más importantes.

Se concluye que ambas áreas deberán considerar la implementación de museos, áreas de ventas de artesanías, promoción de la cultura, áreas para comida y finalmente espacios para niños y adultos, para cubrir los requerimientos de una sociedad más demandante de servicios materiales.

Finalmente se concluye que el uso de *Social Data Mining* para el análisis de bases de datos permitió descubrir patrones ocultos de comportamiento y hacerlos visibles mediante aplicaciones de árbol. La visualización de las relaciones permite un análisis del comportamiento de dos áreas naturales y sus principales factores detonantes para poner atención a la toma de decisiones para los administradores de las ANP del estado de Chihuahua.

Referencias

- Aguado, M. Calvo, D. Dessal, C. Riechmann J. González J. Montes C. (2012). La necesidad de repensar el bienestar humano en un mundo cambiante. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, ISSN 1888-0576, N°. 119, págs. 49-76
- Appleton, J. (1975). Landscape evaluation: the theoretical vacuum. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 66: 120-123.
- Cabeza, M. (2006). Aproximación multidisciplinar a los estudios de Ocio. *Documentos del ocio núm. 31*. Universidad de Deusto Bilbao.
- Castañeda, J., De la Torre, M., Morán, J. y Lara, L. (2002). Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill
- Castells (2014). *El impacto de internet en la sociedad: una perspectiva global*. OpenMind.BBVA. Fecha de recuperación 1 agosto 2018. <https://www.bbvaopenmind.com/wp-content/uploads/2014/03/BBVA-Comunicaci%C3%B3n-Cultura-Manuel-Castells-El-impacto-de-internet-en-la-sociedad-una-perspectiva-global.pdf>
- CONANP. (2000). Estrategia Nacional para un desarrollo sustentable del turismo y la recreación en las áreas protegidas de México. SEMARNAT/CONANP. México D.F.: SEMARNAT/CONANP.
- (2007). Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007 -2012. SEMARNAT/CONANP. -2017. ANP Campo Verde. Fecha de recuperación 15 mayo 2018. Tomado de la liga www.conanp.gob.mx
- DOF. (2016). Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Gobernación. Gobierno de México. http://dof.gob.mx/DOFmobile/nota_detalle_popup.php?codigo=5447074
- DOF. (2002). Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Gobernación. Gobierno de México. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=716565&fecha=26/12/2002
- Elizalde, A., Martí Vilar, M., & Martínez Salvá, F. (2006). Una revisión crítica del debate sobre las necesidades humanas desde el enfoque centrado en la persona. *Polis. Revista Latinoamericana*, (15).
- Han, J. y Kamber, M. (2006). *Data Mining: Concepts and Techniques*, (2nd. ed.). San Francisco: Morgan Kaufmann
- Hé Z. & Milodragovich K. Discovering chinese descendents in Palé Island using Data Mining. *CACCB*; Astana, Kazakhstán. (2005)

- Iñiguez-Dávalos I. González-Ocampo H. y Pinkus-Rendón M. (2006). Prioridades de Investigación para las Áreas Naturales Protegidas de México.
- Locke, E. A. & Latham, G. P. (2004). What should we do about motivation theory? Six recommendations for the twenty-first century. *Academy of Management Review*, 29 (3), 388- 403.
- Maslow A. H. (1943). A Theory of Human Motivation. Originally Published in *Psychological Review*, vol. 50, 370-396.
- Ortiz, A. (2014). La relación hombre-naturaleza. *Tendencias de su filosofar en cuba. Revista de Ciencias Sociales* (CI), núm. 32, 2014, pp. 63-76. Universidad Arturo Prat. Tarapacá, Chile
- Ortega-Rubio, A. Jiménez-Sierra, C. Jiménez-Badillo L., Pinkus-Rendón M., Arriola-Padilla V. Sosa-Ramírez, J. Valadez-Cruz, F. Rodríguez-Quiroz, G. Barba-Macías E. Espitia-Moreno, C. Cortés-Calva, P., Solís-Cámara A.
- Padméterakis, A.; Gyllenhaal, J. & Ochoa A. (2005) Implementing of a Data Mining Algorithmn for discovering Greek ancestors, using simetry patterns. *Central Asia CCBR* (Data Mining Workshop); Astana, Kazakhstán.
- Padua, J. (2000). Técnicas de investigación aplicada a las ciencias sociales. México: Fondo de Cultura Económica.
- Quintero; J (2007). Teoría de las necesidades de Maslow. Universidad Fermin Toro; Escuela de Doctorado; Seminario Teorías y paradigmas educativos; Venezuela; extraído el 28 de octubre del 2018 en sitio web: <http://doctorado.josequintero.net/>
- Ramos, J. (2004). La cuestión de las necesidades en el pensamiento económico. ICE. N° 181, pp. 205-220.
- SEMARNAT. CONANP. (2016). Prontuario Estadístico y Geográfico de las Áreas Naturales Protegidas de México. México. Fecha de consulta 10 diciembre 2017. Liga de consulta: <http://entorno.conanp.gob.mx/docs/PRONTUARIO-ANP-2015.pdf>
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE, 2010). Programa Sectorial de Ecología (2010-2016. Fecha de recuperación 14 noviembre 2017. <http://www.chihuahua.gob.mx/sedue>
- Suárez, R. (2015) Valoración de los atributos y las preferencias paisajísticas en la gestión turística de las áreas naturales protegidas: El caso de Chihuahua, México. Tesis Doctorado. Universidad de Girona, España.
- Sumathi, S. Y Sivanandam N. (2006). Introduction to Data Mining and its Applications. Studies in Computational Intelligence book series (SCI, volume 29)
- Teddle Ch, Yu F .(2007). Methods sampling. *Typology with examples*. J Mix Methods Res. 1(1):77-100.

Perspectiva de la población sobre contaminación de aguas residuales y residuos sólidos en ejido Tabalaopa

Jessica Baray Ramos

Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua
jpf_jessi@hotmail.com

Melisa Olivas Chavez

Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua
a315909@uach.mx

Arwell Nathán Leyva Chávez

Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua
nleyva@uach.mx

María Cecilia Valles Aragón

Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua
valles.cecilia@gmail.com

Resumen

Esta investigación analizó la perspectiva de la población que habita el Ejido Tabalaopa la contaminación y sus efectos por descargas de aguas negras y residuos sólidos en el Río Chuvíscar. Este análisis se pudo lograr mediante la aplicación de encuestas a los habitantes del sitio, cuyas respuestas fueron procesadas estadísticamente, incluye la revisión de instrumentos jurídicos que abordan la temática presentada, recopilación de información que respalda la problemática mencionada y la aplicación de sistemas de información geográfica para la elaboración de mapas del área de estudio. A partir de estas acciones se obtuvieron resultados los cuales permitieron concluir cual es la percepción que tienen las personas sobre la situación del sitio y hacer recomendaciones para tratar la problemática.

Palabras clave: contaminación, asentamientos humanos, población, problemas ambientales.

Abstract

This investigation analyzed the perspective of the population that inhabits Ejido Tabalaopa, the contamination and its effects by sewage discharges and solid residues in the Chuvíscar River. This analysis could be achieved through the application of surveys to the inhabitants of the site, whose answers were statistically processed, it includes the revision of legal instruments that address the presented topic, information gathering that supports the aforementioned problems and the application of geographic information systems for the preparation of maps of the study area. From these actions, results were obtained which allowed us to conclude what is the perception that people have about the situation of the site and make recommendations to deal with the problem.

Key words: pollution, settlements, population, environmental problems.

Introducción

En la actualidad, la mayoría de los países ejercen una presión sin precedentes sobre los recursos hídricos. La población mundial está creciendo rápidamente y las estimaciones muestran que, con las prácticas actuales, el mundo enfrentará un déficit del 40% entre la demanda prevista y el suministro de agua disponible para 2030 (Banco Mundial, 2017). Los cuerpos de agua se han utilizado para abastecer a las poblaciones para consumo humano, así como para eliminar sus propios residuos, lo que ha provocado que, con el paso del tiempo, la cantidad y tipo de residuos que se liberan en los cuerpos de agua se incrementaron y diversificaron, con la consecuente deterioración de la calidad original del recurso hídrico (Becerril, 2012). El natural crecimiento demográfico y la generación de un volumen respetable de aguas residuales, particularmente en las zonas urbanas, están provocando serias alteraciones ecológicas, deteriorando paulatinamente los recursos naturales del entorno (Rodríguez, 2000).

Según las estrategias propuestas por el Banco Mundial (2017), en el tema de gestión de recursos hídricos los países deben implementar acciones que lleven a la seguridad hídrica como principal objetivo para lo cual es necesario la adaptabilidad y capacidad de resiliencia para la gestión, planificación y desarrollo de este recurso, incluyendo a las instituciones, iniciativa privada, infraestructura, incentivos y sistemas de información que respalden y guíen esta gestión, donde se implica el tema de la contaminación así como la compleja relación entre agua, hogar y economía; también señala que trabajar desde todos los sectores es garantizar que todas las consideraciones relacionadas con el agua se aborden en la energía, el medio ambiente, la agricultura, el desarrollo urbano y rural, además de los nuevos desafíos mundiales.

Yee-Batista (2013) afirma que el 70% de las aguas residuales de la región latinoamericana no son tratadas. El agua es extraída, usada y devuelta completamente contaminada a los ríos, además que el 80% de la población latinoamericana vive en ciudades y una gran proporción en asentamientos próximos a fuentes contaminadas, de ahí que surjan problemas de salud. En Latinoamérica, muchas corrientes son receptoras de descargas directas de residuos domésticos e industriales. La contaminación del suelo ocurre tanto en áreas urbanas como rurales. Se sabe que las aguas residuales albergan microorganismos que causan enfermedades (patógenos), incluyendo virus, protozoos y bacterias. Los organismos patogénicos pueden originarse en los individuos infectados o en animales domésticos o salvajes, de los cuales pueden o no presentar señales de enfermedad. La diarrea y la gastroenteritis se encuentran entre las tres principales causas de muerte en el mundo y en la región latinoamericana (Reynolds, 2002).

El Río Chuvíscar se ubica fisiográficamente en la porción occidental de sierras y valles, caracterizada por la presencia de extensos valles aluviales de origen tectónico, sobre los cuales sobresalen notables bloques montañosos calcáreos paralelos y fallados (Villalba et.al., 2005). Se puede clasificar su calidad de agua en su totalidad como, de mala calidad, ya que contiene altas concentraciones de material orgánico y microorganismos (INEGI, 2003). El objetivo general de esta investigación fue definir y describir los problemas ocasionados por descarga de aguas negras y residuos sólidos en el Ejido Tabalaopa.

Materiales y métodos

El municipio de Chihuahua se encuentra en la latitud Norte 28°38', longitud Oeste 106°04' y se localiza a una altitud de 1,455 msnm. Colinda al Norte con Villa Aldama; al Sur con Rosales y Satevó; al Este con Aldama, y Aquiles Serdán y al Oeste con General Trías, Riva Palacio y

Namiquipa. Tiene una superficie de 9,219.3 Km² y representa el 3.4% con respecto a la superficie total del Estado tal como se observa en la (figura 1). Ocupa una superficie de 78,289 hectáreas, dentro de la cual se encuentra localizada asimismo, la mancha urbana de la Ciudad de Chihuahua (figura 2), siendo esta la cabecera municipal (IMPLAN, 2007). Dentro de la mancha urbana se encuentra localizado el Ejido Tabalaopa (Figura 1) correspondiente a nuestra área de estudio a investigar con un área de 6,444.631.42 m². Cuenta con una población total de 3,161 habitantes, su economía está basada por diferentes sectores como agrícolas, supermercados, industrias, etc.

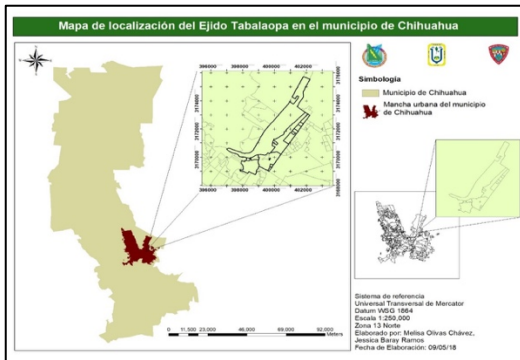


Figura 1. Mapa de localización del Ejido Tabalaopa, Elaboración propia, 2018.

Para la presente investigación se aplicó una encuesta dirigida a la población mayor de 18 años del Ejido Tabalaopa. La encuesta contenía 22 preguntas de diferentes tipos de escala. Para la elaboración de dicha encuesta fue necesario hacer un muestreo estratificado. Se dividió en tres estratos con diferente muestra de población (Figura 2). Primer estrato: amarillo con una población de 343 habitantes, segundo estrato: azul con 1,989 habitantes, tercer estrato: rojo con 1,080 habitantes.



Figura 2. Estratos del ejido, Elaboración propia, 2018.

Se utilizó la fórmula de tamaño de muestras para poblaciones finitas.

Formula media poblacional:

$$n = \frac{Z^2_{\infty} / 2N\sigma^2}{-2Z^2_{\infty} / 2 + (N-1)e^2}$$

Descripción:

Z^2_{∞} = Se distingue según el Nivel de confianza.

σ = Desviación Estándar

e = Error máximo tolerante

n = Tamaño de la población (Se sustituyó por las casa Habitadas)

Nivel de confianza= 95%= 1.96

El resultado final de la operación de la fórmula es 343, es decir, la muestra que se tendrá que hacer es de 343 viviendas.

Una vez completado este procedimiento se utilizó la fórmula de $K=n/N$, esta fórmula ayuda a determinar cada cuantas casas se tendrán que encuestar.

Formula:

$$K = \frac{n}{N}$$

Descripción

n= Viviendas habitadas

N= Muestreo

El resultado arrojado fue de 9, por lo tanto cada 9 viviendas se aplico dicha encuesta.

El objetivo de un modelo de regresión es tratar de explicar la relación que existe entre una variable dependiente (variable respuesta) y un conjunto de variables independientes (variables explicativas) X_1, \dots, X_n .

En un modelo de regresión lineal simple tratamos de explicar la relación que existe entre la variable respuesta Y y una única variable explicativa X (Carollo, 2012).

El otro modelo que se utilizo fue el de Regresión lineal múltiple el punto de partida es el mismo que en la Regresión lineal simple. Se pretende modelizar la relación entre unas variables con la finalidad última de poder pronosticar una de ellas: la variable dependiente, a partir del conocimientos de las otras: las variables independientes. En la Regresión lineal múltiple se introducen nuevas variables independientes con la finalidad de reducir la dispersión de la predicción, con la finalidad de disminuir el residuo (Pérez, 2012).

Resultados y discusión

El clima del ejido se ubica dentro de una región climática considerada semiárida (Figura 3), que se interpreta como clima seco templado con verano cálido e invierno fresco, temperatura media anual entre 12° y 18°C, con régimen de lluvias en verano, y régimen de lluvias invernales entre 5 y 10.2 % con respecto al total anual (POF, 2016).

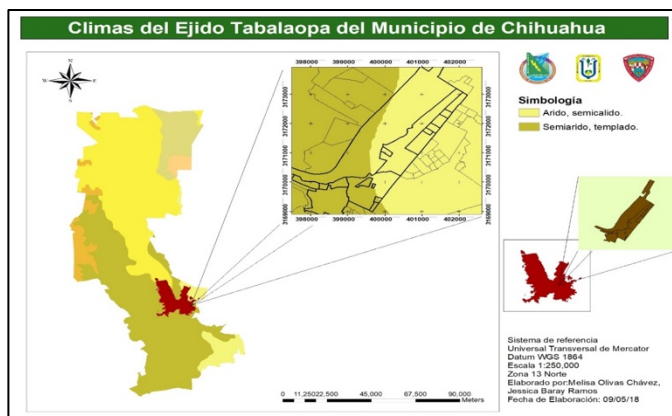


Figura 3. Mapa de tipo de climas del Ejido Tabalaopa, elaboración propia, 2018.

Se identificaron cuatro zonas fisiográficas la sierra, planicie, tierras agrícolas y vegetación ribereña. A orillas del río Chuvíscar se encuentran algunos tipos de vegetación de galería (Vg); el sauce

llorón, el álamo, el sicomoro. Así mismo se encuentra Matorral desértico micrófilo (Figura 4), es el tipo de matorral de zonas áridas y semiáridas de mayor distribución, formado por arbustos de hoja o foliolo pequeño. Se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales más o menos bien drenados y puede estar formado por asociaciones de especies sin espinas, con espinas o mezclados; asimismo pueden estar en su composición otras formas de vida, como cactáceas, izotes o gramíneas (POF, 2016).

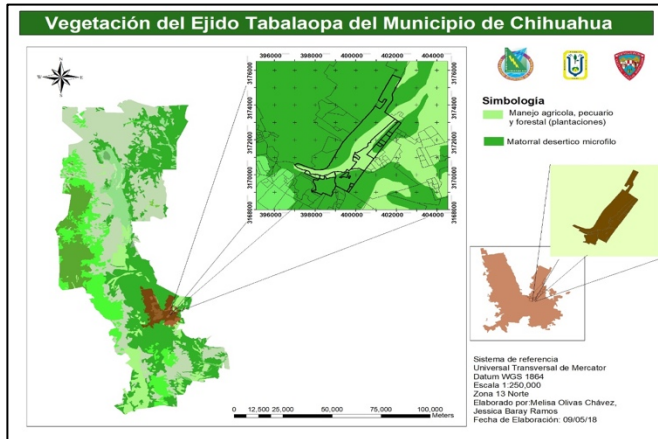


Figura 4. Mapa de tipo de vegetación del Ejido Tabalaopa, elaboración propia, 2018.

El tipo de suelo del Ejido Tabalaopa (Figura 5) es de textura gruesa, con suelo principal Regosol, que se define como la capa de material suelto superficial, el cual sustenta cualquier tipo de vegetación dependiendo del clima. El suelo secundario es Xerosol, que tiene una capa superficial de color claro y muy pobre en humus. Debajo de ella puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, polvo o aglomeraciones de cal, y cristales de yeso, o caliche, de mayor o menor dureza, a veces son salinos (POF, 2016).

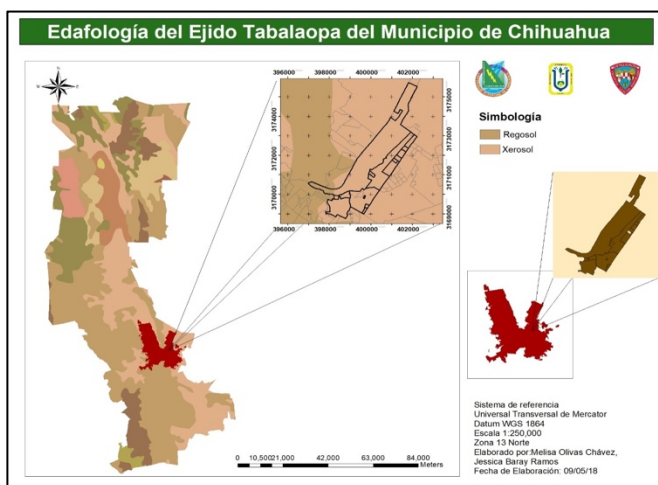


Figura 5. Mapa de edafología del Ejido Tabalaopa, elaboración propia, 2018.

Por su ubicación cerca de las laderas de inicio del sistema montañoso existen fallas geológicas y quiebres rocosos en las inmediaciones, principalmente en las zonas norte y poniente. Las terrazas de las planicies presentan una granulometría decreciente, principalmente boleos, gravas, arenas, hasta materiales finos como arcillas y limos de composición volcánica y calcárea, por lo general sin cohesión y constituyen espesores considerables, en la sierra se formaron abanicos aluviales de edad del cuaternario, rocas originadas por erosión ocasionada principalmente por el agua y en menor grado por el viento, acumulándose en las partes bajas y en el piamonte de esta. Predomina ígnea extrusiva ácida como se muestra en la Figura 6 (POF, 2016).

La zona se encuentra dentro de la región hidrológica 24 con nombre Bravo Conchos, cuenca R. Conchos-P. El Granero (K), subcuenca R. Chuvíscar (c). El área de estudio (Figura 7) contiene 3 cuencas hidrológicas interiores que se prolongan aguas arriba en dirección a la sierra de Nombre de Dios, las cuales vierten directamente al Río Chuvíscar (POF, 2016).

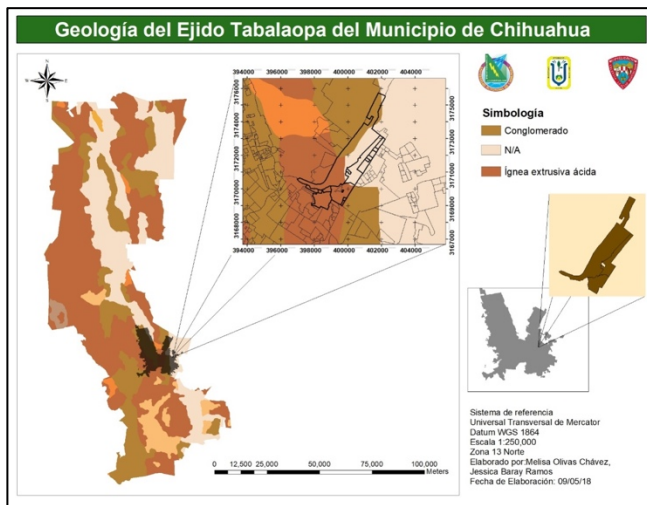


Figura 6. Mapa de geología del Ejido Tabalaopa, *elaboración propia, 2018.*



Figura 7. Mapa de redes hidrológicas del área de estudio, *elaboración propia, 2018.*

Los números de habitantes por vivienda predominantes en el ejido son de 6 y 5 habitantes por vivienda con un 29% y 24% respectivamente. El número predominante de hijos menores de edad es de 2 hijos por vivienda correspondiente al 30%, teniendo también un porcentaje alto las viviendas en las que no se tienen hijos menores de edad correspondiente al 27%.

El porcentaje de población menor de edad de la zona de estudio que presenta permanencia en el Río Chuvíscar corresponde al 30.40%. Las horas por semana de permanencia en el río por los menores de edad se clasificaron en 2 h el mayor tiempo de permanencia que corresponde al 10.80% y dividiéndose el mayor número de horas en los porcentajes menores, lo que nos indica la renuencia de los padres de familia en permitir que sus hijos tengan contacto con los contaminantes (Figura 8).

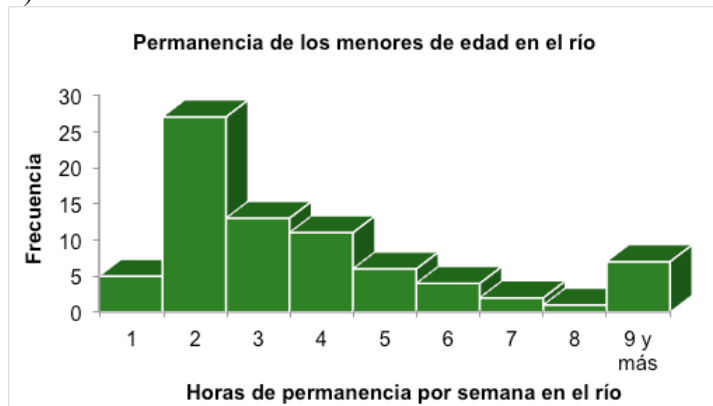


Figura 8. Permanencia de la población menor de edad en el Río Chuvíscar.

La gráfica nos muestra la cantidad de años que tiene viviendo la población en el Ejido Tabalaopa (Figura 9), siendo el grupo de 11 a 20 años el que tiene mayor porcentaje correspondiente al 49% de la población, lo cual corresponde al número de años que han estado expuestos a los contaminantes.

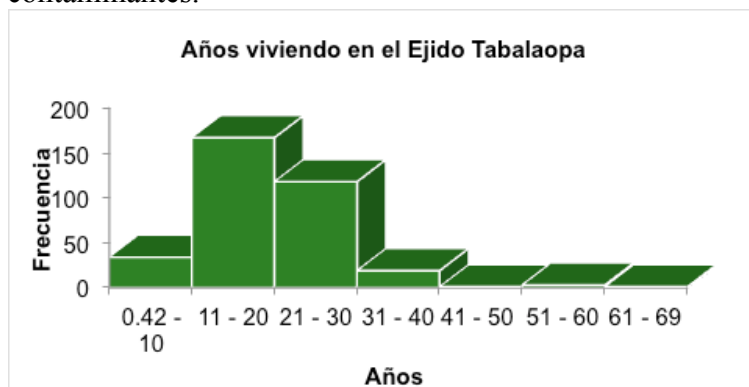


Figura 9. Años que la población tiene viviendo en el ejido Tabalaopa.

La gráfica nos muestra el porcentaje de la población del Ejido Tabalaopa que ha tenido contacto con las aguas negras y residuos sólidos del Río Chuvíscar que corresponde al 26% de la población. El agua de los ríos es la base para la acuicultura, riego, recreación y parte importante del abastecimiento público (Bustamante et. al., 2016). El porcentaje de personas en el Ejido Tabalaopa que riegan con agua del Río Chuvíscar sus cultivos corresponde al 95% de la población, por lo que podemos inferir que estos cultivos presentan algún tipo de contaminante proveniente del agua del

río. Las industrias tales como la agricultura, la minería y la petrolera arrojan desechos químicos en las fuentes de agua haciendo que el agua no sea potable ni segura para preparar alimentos, bañarse o regar los campos (Conant y Fadem, 2008).

La Figura 10 muestra las veces que las personas en el Ejido Tabalaopa utilizan el agua del Río Chuvíscar para riego. El porcentaje de personas que no utilizan el agua del río para riego corresponde al 5%, también se puede apreciar que los valores más significativos se encuentran en los valores de 2, 1 y 3 los cuales corresponden al 90% de la población.

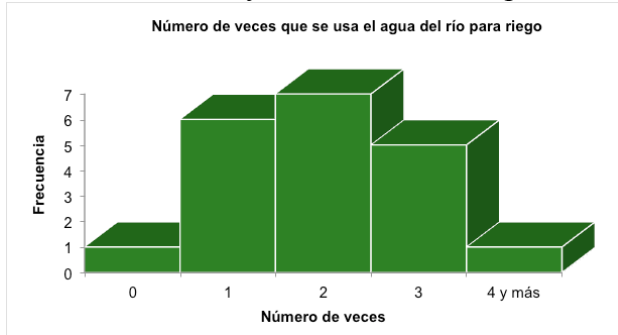


Figura 10. Número de veces que las personas que cuentan con cultivos usan el agua del Río Chuvíscar.

El destino que tienen los cultivos que se encuentran en el Ejido Tabalaopa, los cuales se dividen en ventas que corresponde al 55% y autoconsumo que corresponde al 45%. El porcentaje de la población que tiene conocimiento sobre la problemática de contaminación que se presenta en el Ejido Tabalaopa corresponde al 87% de la población, lo cual nos indica que un alto número de la población está consciente de la situación del ejido.

Se obtuvo que los bajos valores en la escala son los de mayor porcentaje por lo que podemos inferir que la población tiene conocimiento de la problemática de contaminación evita estar cerca del río. La contaminación de los ríos tiene efectos en la salud humana; la disponibilidad de agua de calidad adecuada para diferentes actividades económicas y recreativas, así como en la biodiversidad acuática (Bustamante et. al., 2016). La Figura 12 indica cual es la percepción que la población tiene de su estado de salud y se obtiene que un 66% de la población percibe su estado de salud como bueno.

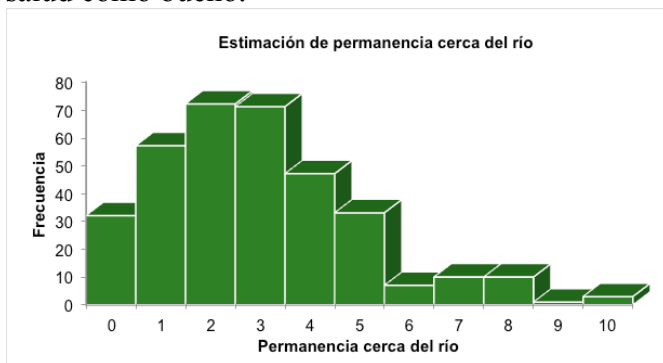


Figura 11. Permanencia de la población cerca del río Chuvíscar, elaboración propia.

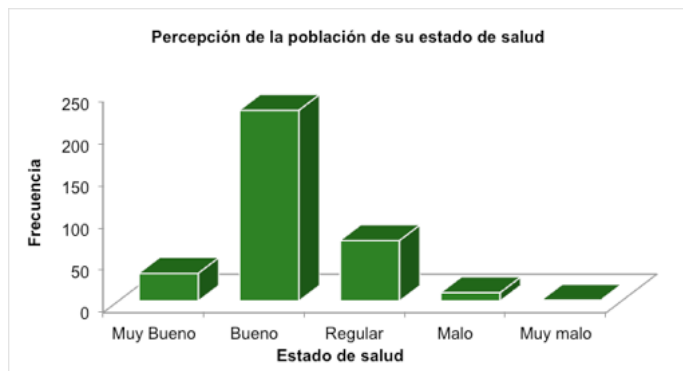


Figura 12. Percion de la población de su estado de salud.

En esta gráfica podemos observar que el valor 3 de la escala representa el mayor porcentaje que corresponde al 28%, seguido por los valores 2 y 4 con 19% y 20% respectivamente (Figura 13). Se infiere que la mayoría de la población del ejido no contrae enfermedades frecuentemente. Los agricultores pobres son menos productivos debido a enfermedades relacionadas con la falta de agua y saneamiento, factor que afecta negativamente la economía familiar y nacional.

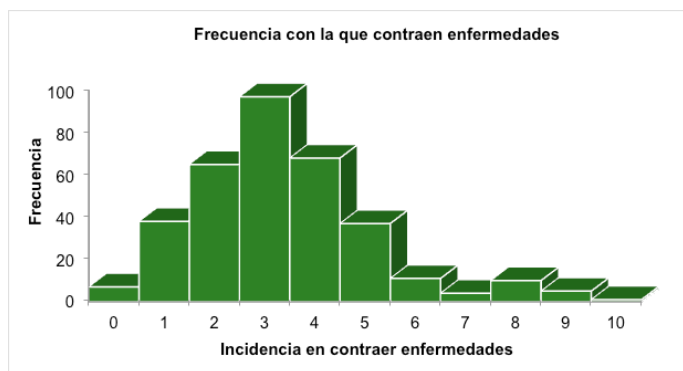


Figura 13. Frecuencia con la que se contrae enfermedades en el Ejido Tabalaopa.

La Figura 14 indica cuales son las enfermedades que presentan los habitantes del Ejido Tabalaopa, siendo la categoría de dolor de cabeza y enfermedades respiratorias las de mayor porcentaje con 35.84% y 32.69% respectivamente. En la categoría de enfermedades respiratorias se encuentran resfriados, asma y tos como los más mencionados. También podemos referir la categoría de enfermedades gastrointestinales como sobresaliente con un 14.29%, incluyéndose en esta categoría problemas como diarrea, vómitos, infecciones estomacales y falta de apetito. La categoría de problemas alérgicos se presenta con un 9.93% y se incluyen en esta categoría problemas como conjuntivitis y alergias que pueden o no ser estacionales. Según CONAGUA (2016) el acceso adecuado a servicios de saneamiento y provisión de agua potable es crucial para la reducción de la mortalidad y morbilidad entre la población menor de cinco años, la disminución de enfermedades de transmisión hídrica (hepatitis viral, fiebre tifoidea, cólera, disentería y otras causantes de diarrea), así como de afecciones resultantes del consumo de componentes químicos patógenos (arsénico, nitratos o flúor).

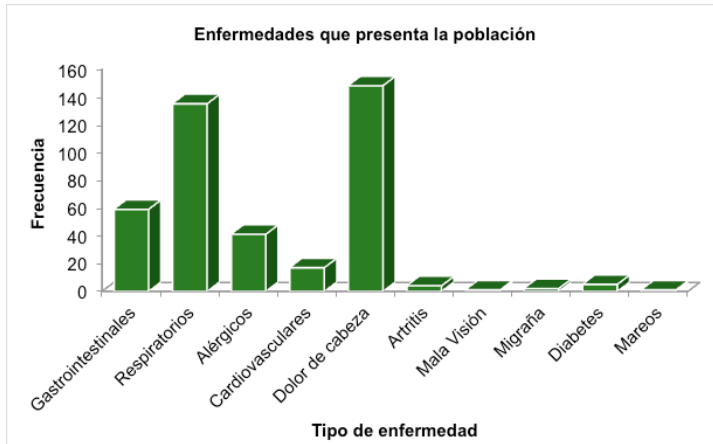


Figura 14. Categorías de enfermedades que presenta la población del Ejido Tabalaopa.

La gráfica nos muestra el tiempo en que los habitantes del Ejido Tabalaopa tardan en trasladarse de su vivienda al centro de salud, el grupo de 11 a 20 min es el de porcentaje mayor con un 48%, seguido del grupo de 21 a 30 min con un 27%, por lo que podemos inferir que la población cuenta con acceso a servicios de salud a una distancia corta en su mayoría (Figura 15).

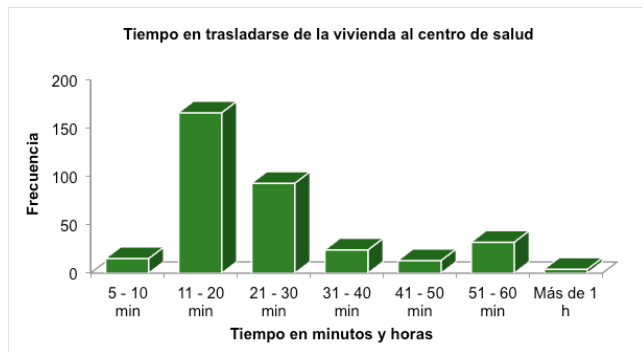


Figura 15. Tiempo en que la población tarda en trasladarse de su vivienda al centro de salud.

La Figura 16 nos muestra la percepción de la población ante la contaminación del ejido. Se obtuvieron los más altos porcentajes en las categorías más altas lo cual nos indica que la población percibe un alto grado de contaminación, siendo las categorías del 6 al 10 de más alto valor, con un 78% en su conjunto. En México la contaminación del agua es un problema grave ya que, en el país, hay 260 sitios clasificados como fuertemente contaminados, más otros tantos que son considerados como contaminados (Becerril, 2016).

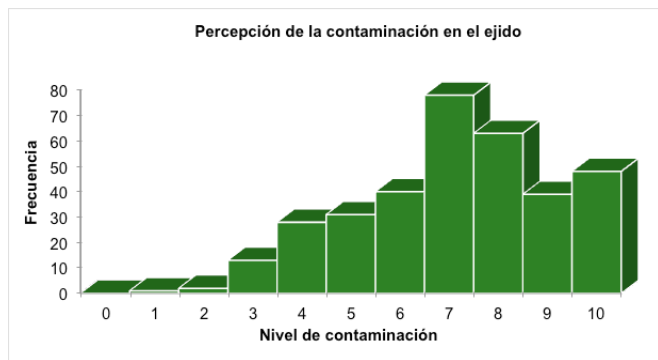


Figura 16. Percepción de la contaminación en el Ejido Tabalaopa.

En cuanto a la percepción de la calidad del agua potable por parte de la población del Ejido Tabalaopa, se obtiene como valor más alto que un 57% de la población percibe como buena la calidad de agua potable en el ejido, seguido del 33% que la consideran regular (Figura 17). Los ríos han sido receptores de los residuos generados por las actividades humanas, esto altera tanto su cantidad (caudales) como su calidad. La menor disponibilidad de agua conlleva a conflictos entre comunidades y entre usuarios, así como la alteración de los ecosistemas acuáticos, de la vegetación y la fauna ribereña (Bustamante et. al., 2016).

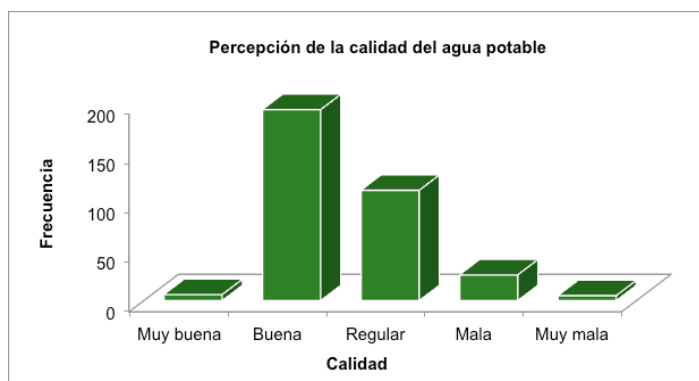


Figura 17. Perspectiva de la calidad del agua potable, elaboración propia

La Figura 18 nos muestra cual es la percepción de la población con respecto al impacto que generan las empresas que se encuentran instaladas en el ejido, la mayoría de la población que corresponde al 46% piensa que el impacto de las empresas es regular, seguido de un 37% de la población que cree que el impacto es bueno. Desgraciadamente, los recursos naturales no se comparten equitativamente entre todos, ya que los pobres utilizan una cantidad mínima y los ricos utilizan la mayoría. Influyentes empresas, gobiernos, y fuerzas militares aprovechan por lo general más recursos naturales que los demás (Conant y Fadem, 2008).

La Figura 18 nos indica el número de veces que la población ha escuchado sobre algún problema que se relacione con el ambiente o temas de salud, la gráfica muestra que el valor predominante es el de 1 a 10 veces con un valor de 82.48%, lo cual quiere decir que de la población que si sabe de este tipo de problemas se entera hasta 10 veces en un año. La contaminación del agua genera impactos negativos en las ciudades porque, de manera directa e indirecta, puede causar efectos

nocivos en la salud de la población, ya sea en el corto, mediano o largo plazo, depende del tipo de contaminantes. Otros impactos negativos son la contaminación visual y la afectación a los sistemas sociales y ecológicos por tener cuerpos de agua contaminados (Becerril, 2016).

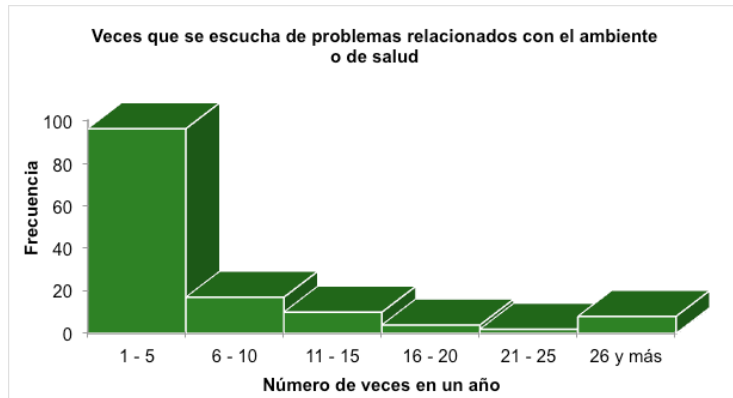


Figura 18. Opinión de la población sobre el impacto que generan las empresas en el Ejido Tabalaopa.

En la Figura 19 se muestra cual es la percepción de los pobladores acerca de la ubicación del Ejido Tabalaopa con respecto a los contaminantes que se presentan en el río Chuvísar, el 37% de ellos opinan que la ubicación es mala, un 33% dice que es regular, seguido de un 22% que dice que la ubicación es muy mala, lo que nos habla del conocimiento de la población sobre los contaminantes.

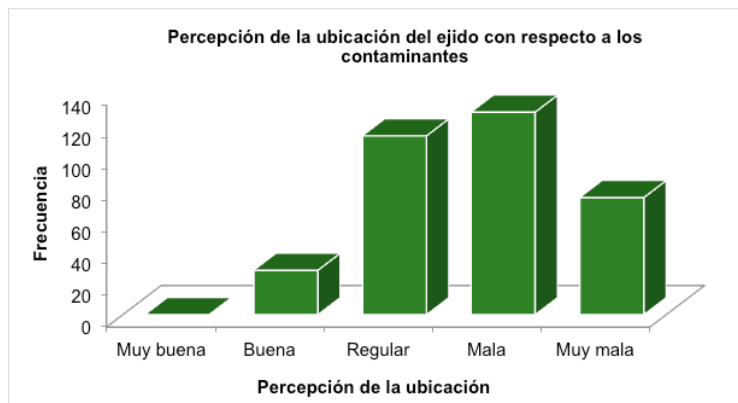


Figura 19. Perspectiva de la población sobre la ubicación del fraccionamiento.

El nivel de molestia que presenta la población en el Ejido Tabalaopa por el mal olor que generan las aguas negras y residuos sólidos corresponde a 45% en el nivel de molestia medio, seguido de 21% en el nivel de molestia alto y un 16% en el nivel de molestia muy alto, por lo que podemos decir que casi en su totalidad la población se ve afectada por este problema (Figura 20).

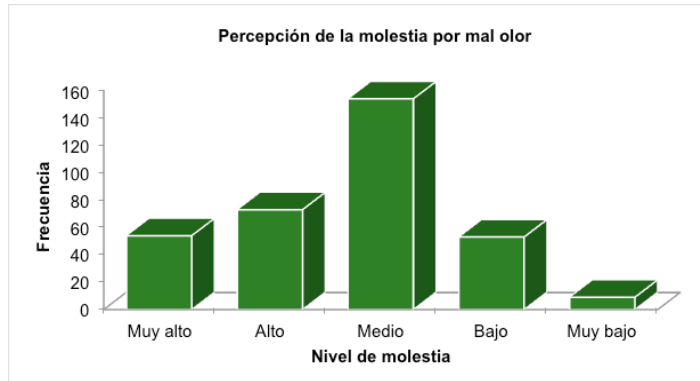


Figura 20. Nivel de molestia por mal olor que causan los contaminantes.

Regresión lineal simple

Ecuación de regresión $y=3.0204+0.1093x$, Modelo que nos dice que tan frecuente se enferman debido al tiempo que pasa en el río. Coeficiente de terminación $R^2= 0.0157$. Este coeficiente se refiere al porcentaje de la variación total de la variable dependiente y es explicada por la variable independiente de (x), es decir, el tiempo que pasa cerca del río explica el 01.57 % de la variabilidad de frecuencia al enfermarse y lo demás es debido a otros factores que no se tomaron en cuenta en este modelo. Cuadrado medio del error= 3.1716. Error mínimo debido al procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios. Por medio del modelo se traza la recta de regresión.

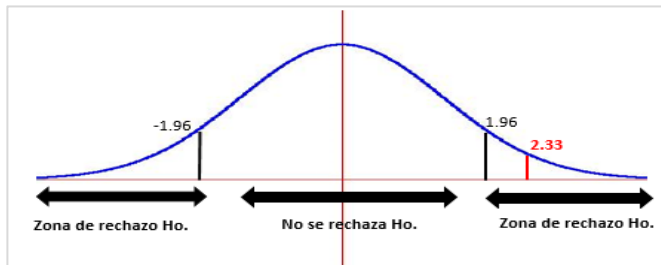


Figura 22. Campana de Gauss. Hipótesis, elaboración propia, 2018.

Como $2.33 > 1.96$ se rechaza H_0 , se concluye con un nivel de significancia del 0.05, es decir el valor es diferente a 0, las variables si se relacionan, por lo tanto, si las personas pasan más tiempo cerca del río, tendrán más frecuencia de enfermarse.

Ecuación de regresión $y=7.5497-0.1579x$. Modelo que nos dice el tiempo que pasa cerca del río con la percepción que tiene los habitantes de la contaminación del ejido, por cada unidad de tiempo que pase cerca del río aumentará en la percepción de la contaminación en el ejido de 0.1093. Existe una correlación simple descendente negativa baja ($r=0.1614$) entre la percepción de contaminación del ejido y el tiempo que pasa en el río. Coeficiente de terminación $R^2=0.0261$. Este coeficiente se refiere al porcentaje de la variación total de la variable dependiente y es aplicada por la variable independiente de (x), es decir, el tiempo que pasa cerca del río es de 2.61% de la variabilidad de la percepción de la contaminación en el ejido y lo demás es debido a otros factores que no se tomaron en cuenta en este modelo.

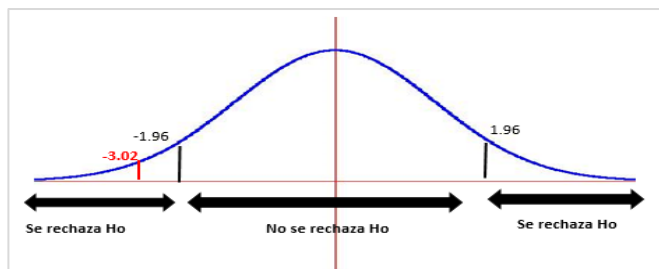


Figura 23. Campana de Gauss, interpretación de la hipótesis, elaboración propia, 2018

Como $-3.02 > -1.96$ por lo tanto se rechaza H_0 , es decir el valor es diferente de 0 y se concluye con un nivel de significancia del 0.05 que las preguntas si tienen relación, es decir, que la percepción que se tenga del ejido dependerá del tiempo que se pase en el río.

Ecuación de regresión $y=4.0800-0.1651x$. Modelo que nos dice la percepción de que tan contaminado está el ejido debido al tiempo que pasan cerca del río. Es el coeficiente de regresión, el cual nos indica el aumento en el eje de las (y), por cada unidad en el eje de las (x), es decir, entre más aumente la percepción de las personas de la contaminación del ejido. Existe una correlación simple ascendente positiva alta ($r=0.1614$) entre el tiempo que pasa cerca del río con la percepción de la contaminación en el ejido.

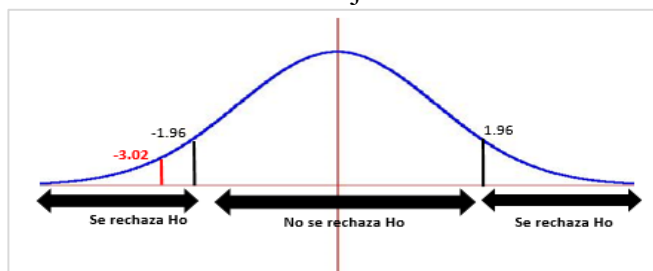


Figura 24. Campana de Gauss, interpretación de la hipótesis, elaboración propia, 2018.

Como $-3.02 > -1.96$ por lo tanto se rechaza H_0 , es decir, el valor es diferente de 0 y se concluye con un nivel de significancia del 0.05 que, las variables si tienen relación, es decir, el tiempo que la población permanezca en el río depende del nivel de contaminación percibido.

Regresión lineal múltiple

Como $2.41 > 1.96$ por lo tanto se rechaza H_0 y se concluye con un nivel de significancia del 0.05, las preguntas si tienen relación, es decir entre más tiempo pasen las personas cerca del río aumentara la frecuencia al enfermarse.

Como $3.4686 > 1.96$ por lo tanto se rechaza H_0 y se concluye con un nivel de significancia del 0.05, el valor es diferente a 0, las preguntas si se correlacionan, es decir, los años que tiene viviendo en el ejido pasara más cerca del río.

Como $-2.8828 > -1.96$ por lo tanto se rechaza H_0 y se concluye con un nivel de significancia del 0.05, el valor es diferente a 0, dependiendo de la percepción de las personas de la contaminación en el ejido pasara tiempo cerca del río.

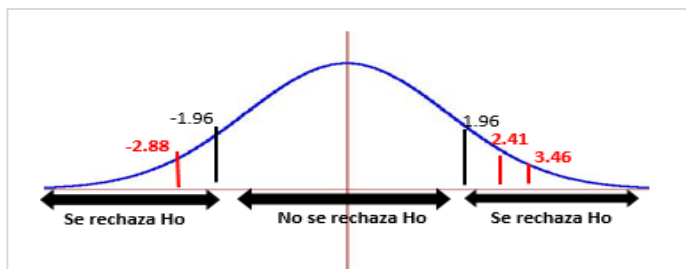


Figura 25. Campana de Gauss, interpretación de la hipótesis, elaboración propia, 2018.

R^2 ajustado: 0.0652. El valor de R^2 no es tan significativo, debido a eso la relación entre variables es baja.

Como $-2.97 > 2.10$ por lo tanto se rechaza H_0 y se concluye con un nivel de significancia del 0.05, las preguntas si tienen relación, por lo tanto, debido el tiempo que pasen cerca del río se tendrá una buena o una mala percepción de la contaminación del ejido.

R^2 : 0.29. El valor de r^2 no es tan significativo ya que es bajo, el modelo no es tan representativo.

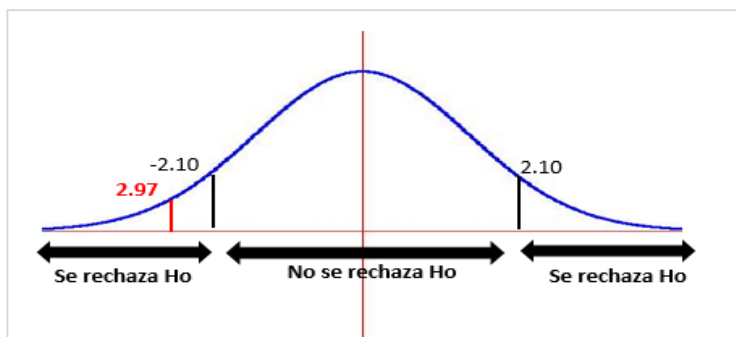


Figura 26. Campana de Gauss, interpretación de la hipótesis, elaboración propia, 2018.

Conclusiones

Como resultado de la investigación presentada, es posible determinar que existe una relación entre la contaminación del ejido y los diferentes problemas que se presentan, tales como los de tipo socioeconómico, de salud y ambientales, producto de la descarga de aguas negras y residuos sólidos en el río Chuvísar. Por lo cual podemos concluir que la hipótesis propuesta en la investigación si se cumple ya que pudimos comprobar que un gran número de habitantes del ejido está consciente de la contaminación del río y por lo tanto del ejido, sin embargo, no lo está de los problemas ya antes mencionados que esto ocasiona, lo cual atribuimos al tiempo que estos habitantes tienen viviendo en la zona, lo cual ha generado costumbres y conformismo ante esta situación, ya que por años han visto la degradación del río y la indiferencia de la administración pública.

Bibliografía

Banco mundial. (2017). Gestión de recursos hídricos. Consultado el 23 de febrero de 2018. Disponible en: <http://www.worldbank.org/en/topic/waterresourcesmanagement#3>
 Becerril, C. (2016). Agua contaminada, una amenaza latente en México. CONACYT, agencia informativa. Consultado el 19 de mayo de 2018. Disponible en:

<http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/ambiente/11179-agua-contaminada-una-amenaza-latente-en-mexico>

Becerril, J. (2012). Optimización de metodologías analíticas para la determinación de contaminantes emergentes en aguas de abastecimiento y residuales, Universidad de Santiago de Compostela. Consultado el 23 de febrero de 2018. Disponible en: <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=34905>

Bustamante, A., Galindo, G., Jaramillo, J., Vargas, S. (2016). Percepción de la contaminación del río Tlapaneco por la población ribereña. Scielo, agricultura, sociedad y desarrollo. Consultado el 19 de mayo de 2018. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722016000100047

CONAGUA. (2016). Atlas del agua en México 2016. Consultado el 19 de mayo de 2018. Disponible en: http://201.116.60.25/publicaciones/AAM_2016.pdf

CONAGUA, SEMARNAT. (2016). Estadísticas del agua en México. Consultado el 19 de mayo de 2018. Disponible en: http://201.116.60.25/publicaciones/eam_2016.pdf

Conant, J. y Fadem, P. (2011). Guía comunitaria para la salud ambiental. Consultado el 19 de mayo de 2018. Disponible en: <https://ongcaps.files.wordpress.com/2012/04/guc3ada-comunitaria-para-la-salud-ambiental.pdf>

FEA y CEMDA (2006). El agua en México: lo que todas y todos debemos saber. Consultado el 19 de mayo de 2018. Disponible en: https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico_001.pdf

INEGI. (2003). Hidrología. Consultado el 02 de junio del 2018. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224332/702825224332_12.pdf

Pérez, J. 2012. Regresión múltiple. Consultado el 2 de junio del 2018. Disponible en: <https://estadisticaorquestainstrumento.wordpress.com/2012/12/16/tema-12-regresion-multiple/>

Reynolds, A. (2002). Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica. Consultado el: 16 de mayo del 2018. Disponible en: http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/documentos_nuevos/DeLaLaveSepOct02.pdf

Rodríguez, F. (2000). Realidades y perspectivas de las aguas residuales en el Estado de Zacatecas. Una alternativa de desarrollo ante el nuevo milenio. Consultado el 18 de mayo del 2018. Disponible en: <https://vdocuments.mx/documents/agua-residualpdf.html>

Yee-Batista, C., 2013, Un 70% de las aguas residuales en Latinoamérica vuelven a los ríos sin ser tratadas, Banco Mundial. Consultado: 23 de febrero de 2018. Disponible en: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/01/02/rios-de-latinoamerica-contaminados>

Biolixiviación psicrófila de un jal minero proveniente de la mina “La Encantada” de la ciudad de Ocampo, Coahuila

Ing. Jorge Manuel Sánchez Covarrubias
Instituto Tecnológico de Durango
hohesanco@gmail.com

Dr. Víctor Jesús Martínez Gómez
Instituto Tecnológico de Durango
v.martinez@itdurango.edu.mx

M.I. María Dolores Josefina Rodríguez Rosales
Instituto Tecnológico de Durango
mdjrr58@gmail.com

Dr. Felipe Samuel Hernández Rodarte
Instituto Tecnológico de Durango
shernandez@itdurango.edu.mx

Temática general: Sustentabilidad y Medio Ambiente.

Resumen

La actividad minera en el país deja grandes beneficios económicos ya que contribuye con un porcentaje considerable del PIB nacional (alrededor del 4%). Sin embargo, se generan gran cantidad de residuos que tienen un impacto negativo sobre el medio ambiente ya que debido a las características recalcitrantes y refractarias de algunos minerales los porcentajes de recuperación de metales no son tan eficientes. Se ha buscado una alternativa en los procesos para hacerlos más eficientes y menos costosos y al mismo tiempo reducir la generación de desechos lo que llevaría a la disminución del impacto ambiental. Como una tendencia en las investigaciones del sector minero, ha puesto especial interés en la utilización tecnologías alternativas en sus procesos, tratando de disminuir los costos y aumentar la eficiencia de los procesos esto por la gran demanda de metales preciosos como lo es la plata. Dichas tecnologías alternativas ayudan a la recuperación de metales de interés siendo uno de los principales la biotecnología, que involucra dos procesos denominados biooxidación y biolixiviación. Además, la incorporación de nuevo al proceso de extracción de estos desechos generados que aún tienen un valor económico por su contenido en metales de interés es una alternativa para dar un tratamiento a estos desechos y darles un mayor aprovechamiento. Como parte de los resultados se obtuvieron difractogramas en donde se identificaron las fases cristalinas presentes antes y después de la biolixiviación, pudiendo observar la aparición de nuevas fases y algunas que se presentaron en baja concentración al inicio no fueron detectadas al finalizar el tratamiento debido a que fueron lixiviadas en el medio, por ejemplo el Arseniuro de Zinc el cual no apareció en los difractogramas finales. Esto da una señal de la acción bacteriana en el medio lixivante. También teniendo en cuenta los valores de pH, potencial oxidoreducción y concentración de ion ferroso monitoreados durante los experimentos podría decirse

que hay actividad bacteriana y que las condiciones para la lixiviación se ven mayormente beneficiadas en comparación con experimentos realizados sin inoculo.

Palabras Clave: Biolixiviación psicofílica, jal minero, fases cristalinas.

Abstract

The mining activity in the country leaves great economic benefits due contributes with a considerable percentage of the national GDP (around 4%). However, a big amount of waste is generated, that has a negative impact on the environment, due to the recalcitrant and refractory characteristics of some minerals, the percentages of metal recovery are not as efficient. An alternative has been proposals in the processes to make them more efficient and less expensive and at the same time reduce the generation of waste which would lead to the reduction of the environmental impact. Due of this problem, the researches in the mining sector, has placed special interest in the use of alternative technologies in their processes, trying to reduce costs and increase the efficiency of the processes due to the high demand for precious metals such as silver. These alternative technologies help the recovery of metals of interest being one of the main biotechnology, which involves two processes called biooxidation and bioleaching. In addition, the incorporation back to the process of extraction of these generated wastes that still have an economic value for their content in metals of interest is an alternative to give a treatment to these wastes and give them a better use. As part of the results diffractograms were obtained where the crystalline phases present before and after the bioleaching were identified, being able to observe the appearance of new phases and some that appeared in low concentration at the beginning were not detected at the end of the treatment because they were leached in the middle, for example Zinc Arsenide which did not appear in the final diffractograms. This gives a signal of the bacterial action in the leaching medium. Also taking into account the values of pH, oxide-reduction potential and concentration of ferrous ion monitored during the experiments, it could be said that there is bacterial activity and that conditions for leaching are mostly benefited compared to experiments performed without inoculum.

Key words: Psychophilic bioleaching, mine tailings, crystalline phases.

Introducción.

México se encuentra dentro de los 12 principales productores a nivel mundial de 16 minerales, y es líder mundial en la producción de plata. Ocupa el prestigioso segundo lugar en la producción de fluorita, tercero en la producción de bismuto, celestita y wollastonita; quinto sitio en la producción mundial de cadmio, molibdeno, plomo y barita; sexto en la producción de zinc y sal; séptimo en oro, selenio, diatomita y yeso; noveno en manganeso y grafito y décimo en cobre. La industria minera en México representa una actividad económica principal en varios estados de la república, dejando grandes beneficios económicos y de desarrollo a nivel nacional, así como en las comunidades donde se practica esta actividad.

La explotación de los recursos minerales trae la generación de residuos peligrosos (jales mineros) que por sus características deben de ser dispuestos de una manera especial para evitar su dispersión al ambiente, es decir, la contaminación de agua, aire y suelo. Buscar la aplicación de biotecnologías para mejorar los procesos tradicionales de beneficio de minerales o para el tratamiento de los residuos generados en dichos procesos es un campo que está teniendo gran auge y desarrollo en la industria, ya que las compañías mineras buscan maximizar su eficiencia en los procesos y por lo

tanto mejorar las ganancias económicas. Un beneficio de las biotecnologías es que pueden generar desechos más estables al final del proceso, utilizan pocos reactivos y son fáciles de acoplar a los procesos tradicionales de extracción o concentración de metales. Para el caso de este estudio se cuentan con jales que podrían contener de 100 a 140 g/T de plata lo cual es una concentración bastante considerable para un proceso de extracción, pero dentro de la matriz de minerales se encuentran algunos con propiedades recalcitrantes y refractarias que impiden la extracción eficiente de la plata por el proceso de cianuración que cuenta la mina.

Una estrategia factible económica y técnicamente hablando para eliminar los compuestos recalcitrantes, y así favorecer la extracción del mineral de interés, es la biolixiviación. La biolixiviación es una tecnología alternativa que puede aportar ventajas para el tratamiento de estos jales mineros como bajos costos de operación, reducción del consumo energético y bajo costo por adición de reactivos. Contrario a esto las desventajas son la generación de sustancias ácidas que tendrían que neutralizarse para poder diseminarse en el ambiente ácido, aunque esto se da de igual manera en los procesos tradicionales de metalurgia extractiva.

La biolixiviación es un proceso en el cual los microorganismos al interactuar con el medio y los minerales catalizan la lixiviación de metales. Se ha observado biolixiviaciones significativas a temperaturas de alrededor de 10°C. Por tal motivo se propone el presente trabajo para caracterizar la biolixiviación psicrófila en términos de microorganismos y fases minerales. Dichos procesos de biolixiviación y biooxidación de minerales son llevados a cabo y catalizados por la acción directa o indirecta de diferentes bacterias capaces de sobrevivir en condiciones extremas como las que cuentan los depósitos de desechos mineros y sus drenajes, por lo que estos microorganismos presentes en tales condiciones se pueden desarrollar en un amplio rango de condiciones de pH, temperatura, nutrientes y concentraciones de metales de los minerales.

La biolixiviación es una tecnología alternativa que utiliza organismos mesófilos, acidófilos y quimiolitotrofos donde la mayor parte de estos, son obtenidos a partir de los drenajes ácidos de las minas, estos microorganismos de manera natural obtienen los nutrientes necesarios a partir de elementos sólidos como pueden ser los minerales. Este consumo de minerales por parte de los microorganismos provoca la disolución de metales en el medio, ya que algunos de ellos, intervienen en el intercambio de iones dentro de la cadena de respiración microbiana, así mismo, ocurre una acidificación del medio que induce a una disolución de metales por medio de la vía química. En el caso del manganeso que está presente en forma de óxido como pirrolusita, es un mineral refractario que interviene en el proceso de extracción de la plata y que afecta de manera negativa su recuperación de la mena mineral si se aplican métodos convencionales. Por esto la lixiviación biológica de este mineral es importante ya que al retirar el manganeso de la matriz se libera el mineral provocando una mayor recuperación de plata en el proceso posterior de cianuración.

La temperatura es un factor que afecta la biolixiviación ya que entre más baja sea se necesitara mayor energía de activación para que las bacterias realicen sus actividades y beneficien la lixiviación ya sea directa o indirectamente, aun así, se ha demostrado que las bacterias son capaces de generar las condiciones para sobrevivir a bajas temperaturas y mantener un microentorno ácido que favorezca la lixiviación de minerales que es de interés en esta investigación. Por eso se buscará encontrar las condiciones de pH, POR, % de pulpa y concentración de ion ferroso, óptimas para

que la lixiviación sea significativa a 10°C. Una disminución de la temperatura da lugar a una importante disminución de la velocidad de oxidación. La velocidad de oxidación química del sulfuro por el oxígeno a temperatura ambiente es muy lenta y sólo en presencia de microorganismos oxidantes de hierro y azufre, se puede observar una oxidación significativa.

Antecedentes.

Los microorganismos en la industria minera se han estudiado y han ido tomando una gran importancia dentro de los procesos ya que la extracción de metales empleando microorganismos es una técnica selectiva, además, genera poco impacto al medio ambiente, siendo una alternativa eficiente y de bajo costo.

Se ha demostrado que los drenajes ácidos de las minas comúnmente son producidos por los microorganismos presentes y que son capaces de utilizar los residuos mineros para su supervivencia adaptándose a condiciones extremas. Los principales microorganismos empleados y estudiados en la obtención de metales son el *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Leptospirillum ferriphillum*, *Acidithiobacillus thiooxidans* y *Aspergillus niger*, siendo el *A. ferrooxidans* el más empleado debido a su metabolismo complejo el cual puede lixiviar múltiples minerales de manera aerobia o anaerobia. En este estudio se trabajó a temperaturas de 5°C que son características de la región donde se obtuvieron las cepas y se hicieron experimentos para determinar la capacidad de oxidación de la pirita por las bacterias nativas de los estanques de colas en la mina chilena. Demostrando que incluso a esa temperatura muy inferior a la óptima se da la biolixiviación de minerales y el crecimiento aunque en una tasa menor pero aun así con buenos resultados en el proceso (Escobar, Buccicardi, Morales, & Wiertz, 2010).

Desde que la biotecnología ha sido aplicada se ha detectado evidencia de que existen cepas de algunas bacterias que se adaptan a condiciones fuera de los parámetros óptimos para su crecimiento. Por ejemplo, la cepa de *Thiobacillus ferrooxidans* nativa de una mina de Uranio en Canadá se adaptó a las temperaturas bajas del ambiente y mostro una velocidad de crecimiento mayor a la de otra cepa de *Thiobacillus ferrooxidans* pera no crecida en estas condiciones, lo que demuestra una adaptación y selección de las cepas para crecer en entornos más extremos a sus condiciones óptimas y aun así ser útiles para su uso en biotecnologías. Al comparar la cepa nativa y la comercial de *T. ferrooxidans* en cuanto a su tiempo de generación a las condiciones de temperatura de 2°C que está muy cerca del valor de temperatura de crecimiento mínimo, se observó que la cepa nativa crecía hasta 4.5 veces más rápido que la comercial y se demuestra la selección y adaptación de los microorganismos (Ferroni, Leduc, & Todd, 1986).

Desde la década de los 60's se ha venido dando importancia a las interacciones de los microorganismos con los minerales y su importancia en los procesos industriales de las minas, sin embargo, fue hasta finales de la década de 1980 donde se dio un auge en las investigaciones para utilizar los microorganismos para cambiar o mejorar un proceso ya existente, así como una tecnología alternativa que reduce costos económicos e impactos ambientales (Gupta & Ehrlich, 1989). En la biolixiviación de minerales se emplean microorganismos aislados de material de mina o de drenajes ácidos debido a que estos se encuentran adaptados a las concentraciones de minerales, los cuales emplean en sus procesos metabólicos (Toro, Vegli', Terreri, Ercole, & Lepidi, 1993).

Factores como el pH inicial, la temperatura y la concentración de la pulpa respecto al medio de cultivo tiene un efecto en la biolixiviación de metales, así como en los productos finales y las características del medio al final del proceso (Kupka 2007). Dave en 2012 demostró que un consorcio dominado por *Leptospirillum ferriphilum* era capaz de crecer y tener buenas tasas de

biooxidación de ion ferroso en condiciones de estrés por iones metálicos de altas concentraciones y mejores resultados que *At. ferrooxidans* y que soporta pH con valores más bajos desde 1 (Patel, Tipre, & Dave, 2012).

Estudios recientes realizados con jales mineros provenientes de la Mina “La Encantada” han dado como resultado un aislamiento de microorganismos, así como su identificación. Trabajos de investigación con el consorcio microbiano nativo de la mina se han desarrollado para conocer los efectos que la concentración de la pulpa, temperatura, pH y concentración de ion ferroso, tienen sobre la biolixiviación de minerales presentes en los jales mineros. En 2015 se realizaron pruebas de biolixiviación de jales mineros provenientes de la mina “La Encantada” para conocer el efecto del porcentaje de la pulpa, temperatura y fierro total para la remoción del manganeso que está presente y que por sus características recalcitrantes y refractarias impiden una mayor recuperación de plata en el proceso de cianuración que utilizan en la mina de la compañía First Majestic Silver Corp. (Contreras, 2017).

También Zazueta en 2016 realizó investigaciones con el mismo consorcio microbiano realizando pruebas de biolixiviación con el mismo material (jal minero) donde se limitó el ion ferroso y el nitrógeno disponible para los microorganismos y se obtuvo que los microorganismos pueden adaptarse bien al medio limitado, fijar el nitrógeno de la atmósfera y usarlo para sus procesos biológicos, lo que implica un gasto menor en el proceso a nivel industrial. Además, se descubrió que los microorganismos pueden utilizar otros metales disponibles en la matriz del mineral. Los microorganismos adaptados fueron capaces de ser el aceptor de electrones en la cadena de respiración y así reducirlo y, al mismo tiempo, hacerlo soluble lo que beneficia la extracción de la plata al liberarla del manganeso (Zazueta Álvarez, 2016).

Objetivo General:

Caracterizar la biolixiviación psicrófila (10°C) en términos de las fases cristalinas de los minerales.

Objetivos Específicos:

- Determinar la concentración de los metales y de las fases cristalinas en que éstos se encuentran en el jal minero objetivo.
- Realizar pruebas de biolixiviación en sistemas de “*heap leaching*” inundado a una temperatura controlada de 10°C, para conocer el efecto del pH, porcentaje de residuo sólido de mina y concentración de ion ferroso en la biolixiviación.
- Caracterizar la biolixiviación de metales a 10° C en términos de abundancia de metales en la matriz sólida, así como los cambios en las fases cristalinas de los minerales.

Desarrollo

Residuo minero (jal).

El residuo con el que se trabajó se obtuvo de la empresa First Majestic Silver Corp. Específicamente de la unidad “La Encantada” ubicada en la ciudad de Ocampo, Coahuila.

Microorganismos lixiviantes.

Para el presente trabajo se utilizó un consorcio microbiano obtenido por Zazueta Álvarez, (2016) de *Acidithiobacillus ferrooxidans* y *Leptospirillum ferriphilum*, el cual fue aislado de los jales de la mina antes mencionada en el 2014. La semilla para el inóculo de los microorganismos lixiviantes

que se utilizaron en los experimentos se consiguió del Laboratorio del posgrado de Bioquímica de la UPIDET, manteniendo el cultivo semilla a una temperatura de 30°C en un recipiente de polipropileno que contenía una matriz de un kilogramo de carbón activado granulado (2 mm aprox.) como soporte, una aireación de 0.5 vvm y dos litros de medio 9K modificado sin nitrógeno. *Experimentos de “Heap leaching”.*

Los experimentos de heap leaching se montaron en bandejas de plástico con capacidad de 1 L y se mantuvieron a una temperatura controlada de 10°C en un refrigerador, durante 4 días según la cinética de crecimiento del consorcio microbiano es el tiempo en que las bacterias oxidan el medio y comienzan su etapa de muerte. Se midió diariamente los valores de ion ferroso en el medio lixivante, pH y potencial óxido-reducción.

Se realizó un diseño de experimentos, quedando un diseño factorial completo 2³, no bloqueado, cada experimento por triplicado y un punto central igual por triplicado, con un total de 27 corridas. Los factores y niveles de los experimentos serán:

Factor	Nivel del factor		
	+1	0	-1
pH inicial	6	4	2
% pulpa (p/p)	60	50	40
Ion ferroso (g/L)	14	7	0

Tabla 1. Factores y niveles del diseño experimental

Concentración bacteriana.

Con una pipeta aforada de 10 mL, se tomó una muestra de 2 mL directamente del *Heap leaching* pasando el líquido a un tubo de ensaye de 12X75 y se homogenizó en un vortex Genie 2 durante 2 min. Con una micropipeta 10-100µl, se tomaron 30 µl del tubo de ensaye y se llenó la cámara Neubauer. La cámara de Neubauer al microscopio para tomar la lectura en el objetivo de 40X. Se calculó el número de bacterias en la cámara por la Ecuación:

$$\text{Concentración bacteriana} = \frac{(\text{Número de células bacterianas})(10000)}{\text{Número de cuadrados}}$$

Determinación de fases cristalinas minerales.

Para conocer las fases cristalinas presentes en los residuos se utilizó la técnica de difracción de rayos X, en un difractor de la marca Rigaku del laboratorio de análisis instrumental de la UPIDET. Se realizaron muestreos de la fase sólida de los experimentos de “heap leaching” tomando una muestra para analizar el cambio de las fases a lo largo de las pruebas.

Determinación de concentraciones de metales.

Para la medición de las concentraciones de metales se utilizó la técnica de fluorescencia de rayos X tanto para la parte sólida como líquida.

Determinación de ion ferroso soluble.

Para la determinación de ion ferroso en el “Heap leaching”, se tomarán 30 ml del sobrenadante del medio en tubos de 50 ml y se centrifugaron durante 15 min a 3000 rpm. Se extraerán 25 ml y se colocarán en un vaso de precipitado de 600 ml, se agregarán 200 ml de ácido sulfúrico H₂SO₄ al 2.5%, 5 ml de ácido fosfórico H₃PO₄ al 85% esto para hacer descender el potencial de oxidación del sistema férrico-ferroso al acomplejar los iones férricos. Se añadieron 7 gotas de difenilamina

al 1% (en H_2SO_4 concentrado) como indicador. Se realizará una titulación con una solución de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ al 0.1N (4.904 g/L de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ en 1l de agua destilada) (Contreras, 2017). En el punto final de la oxidación será indicado por mostrar un vire hacia una coloración azul-verde constante. Finalmente se calculará la cantidad de ion ferroso presente tomando en considerando la ecuación:

1ml de la solución de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 0.0055847$ g de ion ferroso

Conclusiones.

Primeramente, se realizaron algunos experimentos sin inóculos para tener una referencia del comportamiento del medio lixivante con el jal minero sin la presencia de las bacterias, dichos experimentos preliminares dieron como resultado que no se llega a un valor de potencial oxido-reducción adecuado para que se fomente la lixiviación (oxidación del ion ferroso libre en el medio). Ninguna de las pruebas sin inóculo mostro características que fueran de interés para ofrecer evidencia de una lixiviación química por el medio lixivante.

Como el principal objetivo del trabajo es caracterizar la biolixiviación del jal minero en cuestión de sus fases cristalinas, se realizó la identificación de las fases cristalinas presentes en el jal minero, con la técnica de difracción de rayos X se obtuvieron difractogramas en los que se puede identificar algunas fases. En orden de mayor a menor distribución dentro de la composición de los jales se encuentran calcita (CaCO_3), hematita (Fe_2O_3), cuarzo (SiO_2), goethita ($\text{Fe}^{+3}\text{O}(\text{OH})$), nowakita ($\text{Cu}_6\text{Zn}_3(\text{AsS}_3)_4$), óxido de zinc-manganeso (Zn Mn O_3), arseniuro de zinc (ZnAs_2). Es de destacar que la calcita es el componente principal del residuo ya que la matriz mineral que se procesa en la unidad minera contiene principalmente Calcita y Hematita, además de que en el proceso de cianuración de la empresa se agregan grandes cantidades de cal para mantener un pH mayor a 10 y este se mezcla y es depositado en la presa de jales. También es importante recalcar que las fases minerales en que se identificó la presencia de metales como el manganeso y el arsénico son importantes. El manganeso por su lado tiene una repercusión en el proceso de extracción de la plata ya que al tener propiedades refractarias impide que el cianuro interaccione con el mineral de interés lo que da como resultado una baja eficiencia del proceso, mientras que el arsénico es de importancia ya que es bien sabido las consecuencias a la salud humana y ambiental de la exposición a este metal pesado.

Una vez realizadas las pruebas de biolixiviación en las bandejas de plástico se tomaron muestras de la parte solida al cuarto día, y se analizaron de nuevo por la técnica de difracción de rayos x para volver a identificar los cambios en las fases cristalinas. Teniendo como resultado un cambio no tan significativo pero que puede dar un indicio de que se llevó a cabo la biolixiviación, las fases identificadas al finalizar las pruebas son: calcita (CaCO_3), yeso (SO_4Ca), hematita (Fe_2O_3), cuarzo (SiO_2), goethita ($\text{Fe}^{+3}\text{O}(\text{OH})$) las fases donde se observó la presencia de arsénico y manganeso no fueron detectadas después de la biolixiviación ya que las concentraciones de sus fases cristalinas están por debajo de la sensibilidad del equipo, además de que por efecto indirecto de las bacterias estas fases se lixiviaron o se transformaron en otras no identificadas. La aparición del yeso es debido a que a la reacción de la calcita con el ácido sulfúrico que se utiliza para acondicionar el pH requerido, además del generado biológicamente por las bacterias, siendo esta la fase con más cambios después de la biolixiviación puede significar que el valor de pH se mantenga más cercano al valor óptimo para las bacterias.

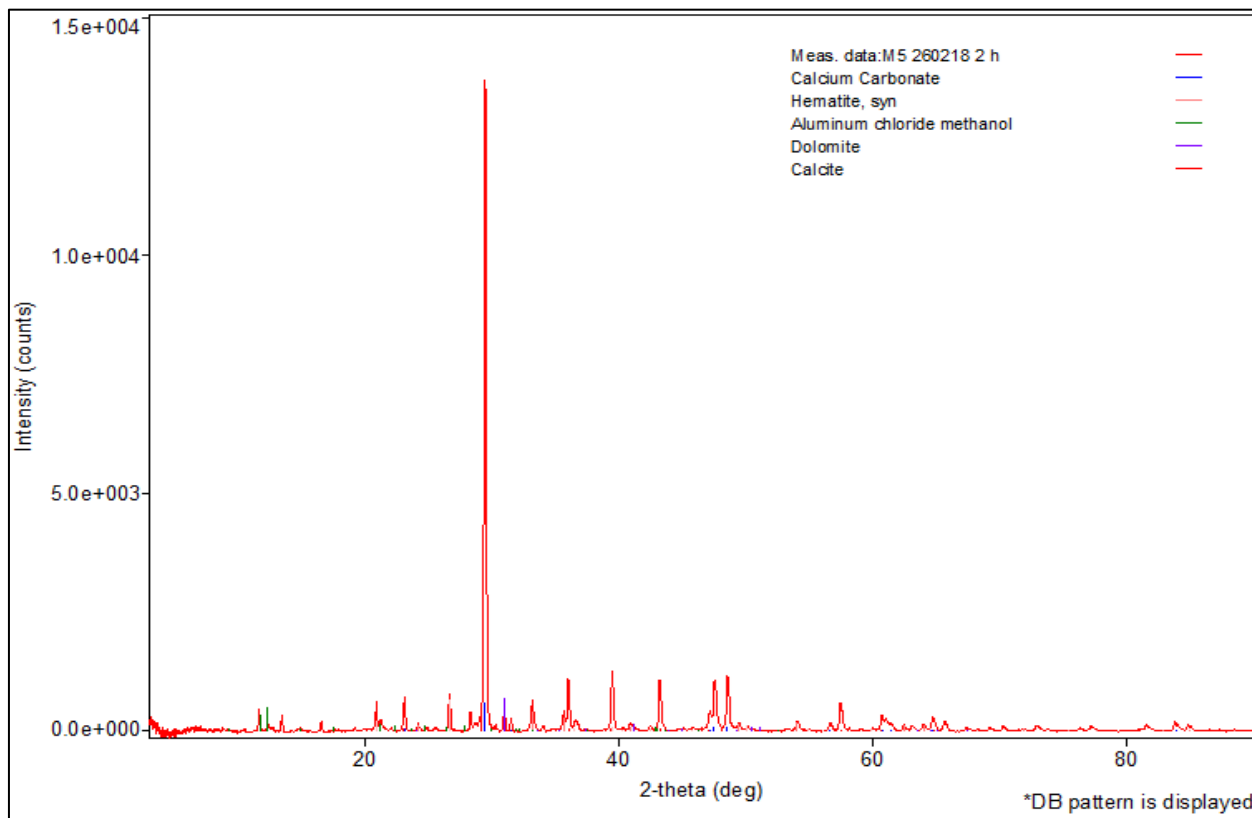


Figura 1. Ejemplo de Difractograma e identificación de fases cristalinas.

Del monitoreo de los valores de pH, potencial oxido-reducción y de la concentración de ion ferroso libre en el medio lixiviante se puede concluir para el pH que en ninguna de las pruebas se pudo mantener el pH óptimo para las bacterias (1.8-2.5) demostrando que son capaces de generar microentornos ácidos a través de la generación de una biopelícula que fomenta el intercambio iónico y mantiene el microentorno ácido que las protegen en condiciones adversas y les permiten seguir con su actividad metabólica (Nordstrom & Southam, 1997), ya que en todas las pruebas el pH subió drásticamente a valores por encima de 5 llegando incluso hasta 7, valor alto considerando que son bacterias acidofílicas (Villar & Garcia, 2006). En cuanto al potencial oxido-reducción podemos encontrar que en comparación con las pruebas que no se inocularon si hubo un aumento mayor en los valores del POR llegando a un máximo de 225.77 mV para la prueba con 40% de pulpa, pH inicial de 2 y 14 g/l de ion ferroso (Bevilaqua, Lahti-Tommila, Garcia, Puhakka, & Tuovinen, 2014), la solubilidad de metales aumenta en sistemas con redox bajos lo que ocurrió en la mayoría de las pruebas (Gericke, Govender, & Pinches, 2010). Aunque es un valor que está por debajo de lo esperado da indicios de que las bacterias tuvieron actividad aun en esas condiciones no óptimas. En el caso de la concentración del ion ferroso en todas las pruebas se observó una disminución de la concentración contra el paso del tiempo, siendo el ion ferroso el principal sustrato utilizado por las bacterias indica un crecimiento de la actividad bacteriana.

Bibliografía

1. Bevilaqua, D., Lahti-Tommila, H. O., Garcia, J., Puhakka, J. A., & Tuovinen, O. H. (2014). Bacterial and chemical leaching of chalcopyrite concentrates as affected by the redox potential and ferric/ferrous iron ratio at 22 °C. *International Journal of Mineral Processing*, *132*, 1–7.
2. Contreras, C. (2017). *Efecto de la concentración de pulpa, temperatura y fierro total sobre la remoción de manganeso en jales de una unidad minera a través de un sistema de Heap leaching*. Instituto Tecnológico de Durango.
3. Escobar, B., Buccicardi, S., Morales, G., & Wiertz, J. (2010). Biooxidation of ferrous iron and sulphide at low temperatures: Implications on acid mine drainage and bioleaching of sulphide minerals. *Hydrometallurgy*, *104*(3–4), 454–458. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2010.03.027>
4. Ferroni, G. D., Leduc, L. G., & Todd, M. (1986). ISOLATION AND TEMPERATURE CHARACTERIZATION OF PSYCHROTROPHIC STRAINS OF THIOBACILLUS FERROOXIDANS FROM THE ENVIRONMENT OF A URANIUM MINE. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, *175*, 169–175.
5. Gericke, M., Govender, Y., & Pinches, A. (2010). Tank bioleaching of low-grade chalcopyrite concentrates using redox control. *Hydrometallurgy*, *104*(3–4), 414–419.
6. Gupta, A., & Ehrlich, H. L. (1989). Selective and non-selective bioleaching of manganese from a manganese-containing silver ore. *Journal of Biotechnology*, *9*(4), 287–304. [https://doi.org/10.1016/0168-1656\(89\)90004-7](https://doi.org/10.1016/0168-1656(89)90004-7)
7. Nordstrom, D. K., & Southam, G. (1997). Geomicrobiology of sulfide mineral oxidation. *Reviews in Mineralogy*, *35*, 361–390.
8. Patel, B. C., Tipre, D. R., & Dave, S. R. (2012). Development of *Leptospirillum ferriphilum* dominated consortium for ferric iron regeneration and metal bioleaching under extreme stresses. *Bioresource Technology*, *118*, 483–489. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.05.094>
9. Toro, L., Vegli, F., Terreri, M., Ercole, C., & Lepidi, A. (1993). Manganese bioleaching from pyrolusite: Bacterial properties reliable for the process. *FEMS Microbiology Reviews*, *11*(1–3), 103–108. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.1993.tb00273.x>
10. Villar, L. D., & Garcia, O. (2006). Effect of anaerobic digestion and initial pH on metal bioleaching from sewage sludge. *Journal of Environmental Science and Health*, *41*(2)(Part A, Toxic/hazardous Substances & Environmental Engineering), 211–222.
11. Zazueta Álvarez, D. E. (2016). *BIOLIXIVIACIÓN DE MANGANESO EN UN MEDIO LIMITADO DE IONES FERROSOS Y NITRÓGENO EMPLEANDO LOS SISTEMAS DE HEAP LEACHING Y BIORREACTOR AGITADO*. Instituto Tecnológico de Durango.

Notas:

En la identificación de las fases cristalinas presentes en los jales mineros antes y después de la biolixiviación no se puede hacer una cuantificación de estas ya que el equipo solo hace una aproximación numérica de las concentraciones de cada componente del material en base a la intensidad captada por el detector del equipo. Para el caso de las fases que contienen Arsénico, Zinc y Manganeso la medición e identificación después de la biolixiviación no fue posible ya que las concentraciones por elemento están en el orden de las partes por millón y el equipo de difracción de rayos x cuenta con un límite de detección del 1% (10000ppm) por lo que no es posible encontrarlas. Esto puede ser debido a una disminución en su concentración en la parte sólida y lixiviación hacia el medio acuoso.

La naturalidad del paisaje costero como predictor la preferencia del observador

Alejandro Luis Collantes Chávez-Costa

División de Desarrollo Sustentable, Universidad de Quintana Roo
collants@uqroo.edu.mx

Cruz López Contreras

División de Desarrollo Sustentable, Universidad de Quintana Roo
cruzlopez@uqroo.edu.mx

Temática general: Sustentabilidad & Medio Ambiente

Resumen

La evaluación visual del paisaje agrupa una gran variedad de enfoques y métodos, muchos de ellos subjetivos. El uso de indicadores reduce la subjetividad y robustece el análisis. Diversos trabajos han abordado la evaluación visual del paisaje mediante el estudio de las preferencias. En este estudio se evaluaron las preferencias del paisaje costero de la isla de Cozumel, México, mediante el uso del indicador visual de sucesión, del concepto de naturalidad, el cual está relacionado con la estructura del paisaje y es ecológicamente informativo. Se utilizaron paisajes costeros de 4 niveles de sucesión, los cuales fueron valorados por 152 observadores de acuerdo con sus preferencias. Los resultados evidencian que existe una fuerte la entre la preferencia del paisaje costero de acuerdo con el nivel de naturalidad. Se concluye que la naturalidad influye directamente sobre las preferencias del paisaje costero.

Palabras clave: Evaluación visual del paisaje, preferencias visuales, paisaje costero, naturalidad, Cozumel

Abstract

The visual evaluation of the landscape have a higher variety of approaches and methods, many of them subjective. The use of indicators reduces subjectivity and strengthens the analysis. Several works have addressed the visual evaluation of the landscape through the study of preferences. In this study, the preferences of the coastal landscape of the Cozumel island - Mexico, were evaluated through the use of succeseion indicator, from the naturalness concept, which is related to the structure of the landscape and is ecologically informative. Different Coastal landscapes of 4 levels of succession were used, and were evaluated by 152 observers according to their preferences. The results show that there is a strong difference between the preference of the coastal landscape according to the level of naturalness. It is concluded that naturalness directly influences the preferences of the coastal landscape.

Key words: Landscape visual evaluation, visual preferences, coastal landscape, naturalness, Cozumel

Introducción

Desde el enfoque de la estética – visual, la ecología del paisaje se interesa en la forma en que se organizan los usos y la cobertura del suelo. Estos elementos del paisaje al ser observados influyen directamente en las percepciones que cada persona tiene del paisaje (de la Fuente de Val *et al.* 2004). El desarrollo de los métodos de evaluación visual del paisaje tiene su origen en los años setenta. A partir de entonces se han desarrollado diversos métodos e indicadores para su evaluación (Nogué, 1992; Arenaza, 1997; Fry *et al.* 2009). Como consecuencia, la crítica a la evaluación visual del paisaje se ha centrado en la falta de estandarización metodológica, así como en la subjetividad con la que ha sido abordada (Daniel, 2001; Dramstad *et al.* 2006). Esta falta de consenso en la definición de los dos enfoques metodológicos tradicionales (objetivo y subjetivo) para su abordaje ha evidenciado la carencia de una base teórica sólida para su análisis sistemático (Arthur, 1977; Fry *et al.* 2009).

En la búsqueda de un método estándar de evaluación y con resultados replicables, en los últimos 10 años diversos autores han realizado avances teórico metodológicos; Dramstad *et al.* (2006) proponen el uso de indicadores generalizables que evalúen la calidad estética de diferentes paisajes como una medida que permita la sistematización de su evaluación y su análisis visual. De igual forma, Skřivanová y Kalivoda (2010) proponen que, a pesar de la variedad de métodos, estos se pueden abordar solo desde dos enfoques, el subjetivo y el objetivo; el primero orientado a la percepción que las personas poseen acerca de la belleza estética del paisaje; y el segundo enfocado a los atributos inherentes del paisaje (variables ecológicas).

Diversos investigadores han proporcionado elementos teóricos para la evaluación visual del paisaje, relacionando conceptos de estética y de ecología del paisaje (de la fuente Val *et al.* 2004; Dramstad *et al.* 2006; de Val *et al.* 2006; Fry *et al.* 2009; Sevenant y Antrop, 2009; Tveit, 2009; Frank *et al.* 2013; Ode y Tveit, 2013; Rosley *et al.* 2013; Zhao *et al.* 2013; Rosley *et al.* 2014; van Zanten *et al.* 2016). Por otro lado Fry *et al.* (2009) aborda la evaluación del paisaje de forma holística, refiriéndose con ello al estudio de paisaje desde el punto de vista de las múltiples interacciones que lo caracterizan, considerándolo un sistema completo y no la suma de sus partes en el cual se describe el paisaje visual en términos de variables ecológicas, por lo que se vincula fuertemente a la ecología con la estética. Para el análisis del paisaje, Fry *et al.* (2009) parten de la idea de que los indicadores visuales del paisaje también pueden proporcionar información ecológica; así, proponen conceptualmente la existencia de indicadores comunes a ambos ámbitos y, señalan que la correspondencia entre conceptos proporciona claridad sobre el campo en común que poseen la estética y la ecología del paisaje, lo que contribuye a: 1) Desarrollar nuevos indicadores estético-ecológicos que pueden ser útiles para evaluar ambos aspectos del paisaje desde la percepción; y 2) Elaborar métodos que puedan predecir el efecto del uso directo o indirecto del paisaje sobre su valor, esto en apoyo a su gestión y planificación. Autores como Dramstad *et al.* (2006), Ode *et al.* (2009), Sevenant y Antrop (2009), Rosley *et al.* (2013) y van Zanten *et al.* (2016) han evaluado distintos indicadores propuestos Fry *et al.* (2009) para los conceptos de Gestión, Coherencia, Perturbación, Naturalidad, Escala Visual, Complejidad, Historicidad, Efímero e Imaginabilidad, mismos que, hasta donde sabemos no han sido evaluados para paisajes distintos a los costeros. El objetivo del estudio fue evaluar la relación entre la preferencia del paisaje costero y el indicador de naturalidad.

Desarrollo

Método

Área de estudio

Los paisajes evaluados se ubicaron en la isla de Cozumel, estado de Quintana Roo, en México, en el parque Estatal *Parque Ecológico Punta Sur*. Es un área natural protegida Estatal, con una superficie de 1,130.64 hectáreas. Tiene una zona costera colindante con el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, y presenta paisajes naturales característicos de las zonas costeras de la región del caribe. Las comunidades vegetales dominantes en su zona costera son de tipo duna costera, matorral costero y bosques de manglar, en su mayoría en buen estado de conservación.

Concepto de naturalidad: Indicador de sucesión

La selección de indicadores estuvo en función de los criterios de pertinencia (indicador que caracterice al sistema), oportunidad (presencia de diferentes etapas del indicador seleccionado) y relevancia (grado en el que el indicador ha sido previamente explorado en la evaluación del paisaje). Para el caso de la naturalidad, ésta se midió a partir del indicador de sucesión ecológica. La definición de la etapa sucesional se realizó con base en la composición de especies y las formas de vida, así como la fisonomía y la estructura vertical de la vegetación, características base reportadas en la bibliografía y que son informativas del grado de desarrollo de la vegetación (Flores y Espejel, 1994; Vermont *et al.* 2002). De igual forma se consideraron otros criterios informativos relacionados con la geomorfología y la altura (Moreno, 2004). Para cada una de las etapas, se identificaron las especies presentes en el área, pero conspicuas en la fotografía, y también se recogieron los datos de su estructura vertical, forma de vida, altura de la duna y el color de su arena. Así la zona costera se subdividió visualmente en subunidades del paisaje que correspondieron a las etapas sucesionales de la vegetación, mismos que fueron determinados por juicio basado en el conocimiento del sistema, de acuerdo con las características expuestas con anterioridad.

Elaboración del test de fotos

Para construir el *test*, se tomaron 80 fotografías de las distintas subunidades, y seleccionaron 20 de cada subunidad. El *test* de fotos consistió en la observación de las fotografías colocadas al azar, y el inmediato llenado de una planilla, en la cual el observador registró su preferencia de acuerdo a su percepción de belleza, en una escala tipo Likert de 5 puntos, siendo 1 el valor para las menos preferidas, y 5 para las más preferidas. Además, registraron datos generales de los participantes (nombre, edad, género).

Evaluación visual de las preferencias del paisaje

Dados los objetivos del estudio, el muestreo fue no Probabilístico por Juicio. La muestra se tomó de los estudiantes de la Universidad de Quintana Roo, Unidad Cozumel. En total fueron 152 alumnos encuestados. La presentación de la escena y puntuación de la misma la hicieron alrededor de 10 segundos como ha sido realizado anteriormente (Custódio *et al.* 2009).

Análisis estadísticos

Luego de la verificación de los supuestos de normalidad, se procedió a la aplicación de pruebas no paramétricas. La comparación de la Diversidad entre etapas sucesionales se hizo con la prueba de Kruskal Wallis, por medio del programa R v3.3.3 (Team, 2017), y la interface RStudio v1.0.136 (Team, 2015). Las comparaciones *post hoc* se realizaron con los paquetes PMCMR (Pohlert, 2014) y plyr (Wickham, 2011). Para explorar la existencia de relaciones entre indicadores y preferencias,

se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (Pérez, 2007), analizados en el programa SPSS v.19.

Resultados

Del análisis visual del paisaje se reconocieron 4 subunidades que correspondieron a 4 etapas sucesionales de la vegetación. Así, el paisaje costero del Parque quedó representado por 4 subunidades visuales del paisaje y cada una de ellas constituida por 4 fotografías.

El indicador de sucesión muestra que la preferencia aumenta cuando el nivel de sucesión es más alto (Figura N°3). La relación entre el valor de la Preferencia y el nivel de Naturalidad (Indicador de sucesión), mostró una correlación positiva y significativa entre la preferencia y el nivel de naturalidad representado por la etapa sucesional ($\rho=0.959$, $P=0.01$). A partir de estos datos se rechaza la hipótesis nula de “no asociación entre variables”, por lo que existe evidencia estadística de que la naturalidad, medida a partir del indicador de sucesión, influye directa, positiva y significativamente sobre la preferencia del paisaje.

Conclusiones

Al igual que en estudios previos, en nuestro estudio concluimos que la evaluación estética y la evaluación ecológica comparten campos conceptuales comunes, y que la preferencia puede ser influida por características ecológicas distintas. El concepto de Naturalidad, medido a través del indicador sucesión ecológica, tiene una participación directa en la construcción de las preferencias.

Referencias

ARENAZA, Orbanje Ormaetxea. Concepto y método en paisaje. Una propuesta docente. Lurralde, 1997, vol. 20, p. 333-344.

https://www.researchgate.net/profile/Orbanje_Ormaetxea/publication/28085236_Concepto_y_método_en_paisaje_una_propuesta_docente/links/54c5f7ad0cf256ed5a9c3dc9.pdf

ARTHUR, Louise M.; DANIEL, Terry C. y BOSTER, Ron S. Scenic assessment: an overview. Landscape planning, 1977, vol. 4, p. 109-129.

CUSTÓDIO, M. ; FERREIRA, A.; COSTA, C. The importance of assessing the aesthetic quality of the cultural landscape. *Tourism & Management Studies*, 2011, vol. 2.

DANIEL, Terry C. Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. Landscape and urban planning, 2001, vol. 54, no 1, p. 267-28. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00141-4](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00141-4)

DRAMSTAD, W.; TVEIT, M.; FJELLSTAD, W. Relationships between visual landscape preferences and map-based indicators of landscape structure. Landscape and urban planning, 2006, vol. 78, no 4, p. 465-47. <http://la570.willsull.net/resources/Introduction/RelationshipsBetweenVisual.pdf>

DE LA FUENTE DE VAL, G. Preferencias paisajísticas: un factor relevante para la gestión y conservación del paisaje de Chile Central. Revista ambiente y desarrollo de CIPMA, 2004, vol. 2, p. 20.

DE LA FUENTE DE VAL, G.; MEZQUIDA, J.; DE LUCIO FERNÁNDEZ, J. y SANTIBÁÑEZ, H. Influencia de la heterogeneidad del paisaje en la calidad escénica: El Caso precordillerano andino de la cuenca de Santiago. Revista de Geografía Norte Grande, 2004, no 32, p. 87-105. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30003206>.

FLORES, J. y ESPEJEL, I. *Tipos de vegetación de la Península de Yucatán*. 1994.

- FRANK, S.; FÜRST, C.; KOSCHKE, L.; WITT, A. y MAKESCHIN, F. Assessment of landscape aesthetics—validation of a landscape metrics-based assessment by visual estimation of the scenic beauty. *Ecological Indicators*, 2013, vol. 32, p. 222-231. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.03.026>
- FRY, G.; TVEIT, M.; ODE, Å. y VELARDE, M. The ecology of visual landscapes: Exploring the conceptual common ground of visual and ecological landscape indicators. *Ecological indicators*, 2009, vol. 9, no 5, p. 933-947. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2008.11.008>
- MORENO-CASASOLA, Patricia. Las playas y dunas del Golfo de México. Una visión de la situación actual. *Diagnóstico ambiental del golfo de México*, 2004, p. 491-520.
- NOGUÉ I FONT, Joan. Turismo, percepción del paisaje y planificación del territorio. *Estudios Turísticos*, 1992, núm. 115, p. 45-54, 1992. <http://hdl.handle.net/10256/4102>
- ODE, Å. y TVEIT, M. Perceptions of stewardship in Norwegian agricultural landscapes. *Land Use Policy*, 2013, vol. 31, p. 557-564. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.09.001>
- ODE, Å.; FRY, G.; TVEIT, M.; MESSENGER, P. y MILLER, D. Indicators of perceived naturalness as drivers of landscape preference. *Journal of environmental management*, 2009, vol. 90, no 1, p. 375-383. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.10.013>
- PÉREZ-TEJEDA, Haroldo Elorza. Estadística para las ciencias sociales, del comportamiento y de la salud. 3era edición: *Edamsa*, 2007.
- POHLERT, Thorsten. The pairwise multiple comparison of mean ranks package (PMCMR). *R package*, 2014. https://www.researchgate.net/publication/274015222_PMCMR_Calculate_Pairwise_Multiple_Comparisons_of_Mean_Rank_Sums_R_package_version_11.
- ROSLEY, M., LAMIT, H., y RAHMAN, S. Perceiving the aesthetic value of the rural landscape through valid indicators. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2013, vol. 85, p. 318-331. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.362>
- SEVENANT, Marjanne; ANTROP, Marc. Cognitive attributes and aesthetic preferences in assessment and differentiation of landscapes. *Journal of Environmental Management*, 2009, vol. 90, no 9, p. 2889-2899. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.10.016>
- SKRIVANOVA, Z.; KALIVODA, Ondřej. Perception and assessment of landscape aesthetic values in the Czech Republic—a literature review. *Journal of Landscape Studies*, 2010, vol. 3, p. 211-220. http://www.centrumprokrajinu.cz/files/JLS_Volume%203_pp%20211-220.pdf.
- TEAM, R. Core. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>, 2017.
- TEAM, RStudio. RStudio: integrated development for R. RStudio, Inc., Boston. <http://www.rstudio.com>, 2015.
- TVEIT, Mari Sundli. Indicators of visual scale as predictors of landscape preference; a comparison between groups. *Journal of Environmental Management*, 2009, vol. 90, no 9, p. 2882-2888. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.12.021>
- VAN ZANTEN, B.; ZASADA, I.; KOETSE, M.; UNGARO, F.; HÄFNER, K. y VERBURG, P. A comparative approach to assess the contribution of landscape features to aesthetic and recreational values in agricultural landscapes. *Ecosystem Services*, 2016, vol. 17, p. 87-98. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.11.011>
- VERMONT, C.; RICO-GRAY, V. y FLORES, J. *Guía ilustrada de la flora costera representativa de la Península de Yucatán*. Universidad Autónoma de Yucatán, 2002.

WICKHAM, Hadley. The split-apply-combine strategy for data analysis. *Journal of Statistical Software*, 2011, vol. 40, no 1, p. 1-29.

ZHAO, J., WANG, R.; CAI, Y. y LUO, P. Effects of Visual Indicators on Landscape Preferences. *Journal of urban planning and development*, 2013, vol. 139, no 1, p. 70-78.

Recorridos Urbanos con Perspectiva de Género: una base para las Ciudades Sostenibles

Tamara Quiroz Guzmán

Tecnológico Nacional de México-campus Instituto Tecnológico de Delicias
monarka_13@hotmail.com

Mirna Araceli Acosta Rodríguez

Tecnológico Nacional de México-campus Instituto Tecnológico de Delicias
pensadoras.mirna@gmail.com

Dora Elia Estrada Valles

Tecnológico Nacional de México-campus Instituto Tecnológico de Delicias
cpu3.delicias.dora@gmail.com

María de los Ángeles Mata Sáenz

Tecnológico Nacional de México-campus Instituto Tecnológico de Delicias
marypau_mata@hotmail.com

Alicia Robles Ruíz

Tecnológico Nacional de México-campus Instituto Tecnológico de Delicias
dacrr01@gmail.com

María Teresa Gutiérrez Escajeda

Tecnológico Nacional de México-campus Instituto Tecnológico de Delicias
teresa.gutierrez@itdelicias.edu.mx

Temática general: Sustentabilidad y Medio Ambiente

Resumen

Este estudio de octubre del 2017 sustenta la posibilidad de generar cambios con perspectiva de género y sostenibilidad en Cd. Delicias, Chihuahua, México, debido a que su objetivo valora la percepción en materia de seguridad ciudadana sobre condiciones de riesgo de mujeres y niñas, lo que a su vez contribuye al Objetivo 11 del Desarrollo Sostenible: "Ciudades y Comunidades Sostenibles" contemplado en la Nueva Agenda Urbana 2030, para lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles (NU, 2015).

El enfoque metodológico cualitativo se centró en la percepción de los habitantes con respecto a condiciones de riesgo en materia de seguridad ciudadana. Las estrategias de recolección de datos fueron: 1). Recorridos Urbanos (RU) enfocados en cuatro aspectos: Iluminación, Vigilancia de seguridad, Señalética y Obstáculos visuales; 2).-Aplicación de encuesta estructurada que ofrece información para el diagnóstico con siete temas: Impresiones Generales, Ver y ser Vista, Oír y ser Oída, Pedir Auxilio, Saber dónde Estás y a dónde Vas, El Cuidado del lugar y Vandalismo, y Trabajo en Comunidad; en cada uno de éstos se incluyeron varios ítems. Los principales hallazgos son: la necesidad de colocación de más luminarias públicas y mantenimiento a las existentes; se reconoce riesgo en lugares como lotes baldíos sin cercar o con crecimiento abundante de maleza o casas en construcción (tapias) o viviendas deshabitadas (o abandonadas), la falta o la poca visibilidad del nombre de las calles, así como falta de pasos peatonales.

Palabras clave: Seguridad ciudadana, Desarrollo Sustentable, Nueva Agenda Urbana, Objetivos del Desarrollo Sostenible.

Abstract

This resume of October of 2017 sustains the possibility to generate with gender perspective and sustainability in Cd. Delicias, Chihuahua, Mexico, due that its objective values the perception in matter of citizen security upon risk conditions of women and girls, what in turn contributes the 11th objective of the Sustainable Development: “Cities and Sustainable Communities” contemplated at the “Nueva Agenda Urbana 2030”, to achieve that cities and human settlements inclusive, secure, resilient and sustainable (NU, 2015).

The qualitative methodological approach centers at the population perception regarding to risk conditions in matter of citizen security. The data recollection strategies were: 1) Urban Tours (UT) focused in four aspects: Illumination, security vigilance, signage and visual obstacles; 2) Application of structured surveys that offers information for the diagnostic with seven topics: General Impressions, see and been seen, hear and be heard, Ask for Help, know where you are and where you go. The care of the place and vandalism, and work in community; in each one of these incorporated various items. The principal findings are: the need for coalition of more public lighting and maintenance in existing ones; the risks are recognized in places such as wasteland lots with no fence or with abundant brushwood growth or houses under construction (Walls) or uninhabited homes (or abandoned) the lack or little visibility of street signs and names, as well as the lack of pedestrian crossings.

Key words: Citizen Security, Sustainable Development, New Urban Agenda, Sustainable Development Goals.

Introducción

Las actividades humanas, motivadas por el modelo económico sostenido por grupos económicos hegemónicos, han propiciado la exacerbación y el uso irracional de los recursos naturales, generando efectos adversos en el medio ambiente, cada vez más incuestionables (Gutiérrez, Morales y Chavira, 2016). Aunado al deterioro ambiental, las problemáticas sociales persistentes como la pobreza, la desigualdad y la falta de oportunidades han dejado de manifiesto la necesidad de un desarrollo que integre las dimensiones necesarias para brindar solución a esta diversidad de problemas.

El Desarrollo Sustentable tiene sus orígenes en décadas pasadas, como consecuencia del deterioro ambiental generado por los países industrializados o países desarrollados, la persistencia de la pobreza; así como una falta de conservación de los recursos naturales. Estos aspectos alcanzaron una preocupación a nivel global, cuyo punto de partida se mostró en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Entorno Humano, celebrada en Estocolmo en 1972 (Cruz, 2012). Los países que asistieron a ésta propusieron algunos principios en los que se hacen recomendaciones en el ámbito social, económico y ambiental; todo ello, para revertir o mitigar las diversas problemáticas (Ramírez-Sánchez, et al., 2003).

A pesar de la preocupación mundial, los problemas sociales y económicos como los niveles de pobreza, los niveles bajos de ingreso, el aumento demográfico y la falta de equidad iban en considerable aumento, dando lugar entonces a la Conferencia de Río llamada Cumbre de la Tierra, en 1992. En ésta se propusieron una serie de acciones para la protección del medio ambiente, la

mitigación de la desigualdad en las sociedades y el gran contraste de las formas de vida de los países ricos y los países en desarrollo. Además, se plantea un Desarrollo Sostenible que integra los aspectos: Ambientales, Económicos y Sociales, que describe la comisión de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), (Rojas, 2003).

Considerando la preocupación de las desigualdades sociales, en el 2000 se declaran los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), con perspectiva para cumplirse en el 2015. En estos se pretendía, entre otras cosas, disminuir la pobreza, la universalización de la educación primaria, la promoción de la igualdad entre géneros y el empoderamiento de las mujeres, garantizando siempre la sostenibilidad del medio ambiente (NU, 2008).

De acuerdo con Martínez-Treviño, et al. (2014), parece ser que todos los esfuerzos para alcanzar los Objetivos del Milenio fueron insuficientes, aunque se hable de una economía verde, de una mayor participación ciudadana, de equidad y de una justicia distributiva. En América Latina, se presentó un fuerte desafío en el cumplimiento de los ODM al tener en la mayoría de los países que la conforman una gran desigualdad social y económica, concluyendo por esto que el progreso en las condiciones sociales de la población es indispensable para lograr el cambio estructural y el desarrollo económico sostenible (Cepal, 2016).

En el 2002 se llevó a cabo la Cumbre de Johannesburgo, donde México estuvo presente firmando los acuerdos establecidos para el Desarrollo Sustentable, comprometiéndose de esta forma en la estructuración de su administración pública para lograr el desarrollo económico, reducir las desigualdades sociales y detener el deterioro del medio ambiente (Rojas, 2003).

México no fue la excepción en tener el reto del cumplimiento de los objetivos que se han planteado en las agendas para el Desarrollo Sostenible en las tres dimensiones, la ambiental, la económica y la social, buscando una participación en la implementación de las metas con una estrategia nacional para el cumplimiento de estos compromisos internacionales con sus políticas públicas. En la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible acordada durante la Cumbre de las Naciones Unidas el 25 de septiembre del 2015, se plantearon 17 objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 ambiciosas metas que buscan erradicar la pobreza, combatir las desigualdades, promover la prosperidad y mantener la protección al medio ambiente (NU, 2015).

Camargo (2016) cita que Henry Lefebvre marca el antecedente teórico sobre el derecho a la ciudad, el cual es retomada por movimientos sociales y organizaciones de la sociedad civil, gremiales y académicas, a partir del Tercer Foro Social Mundial, efectuado en Porto Alegre (Brasil), en 2003, donde se formula la Carta Mundial por el Derecho a la Ciudad, promoviéndolo como un nuevo derecho humano de carácter colectivo.

Delgadillo (2012) hace referencia a que el 13 de julio de 2010, el GDF y organismos civiles firmaron "La Carta de la Ciudad de México por el Derecho a la Ciudad" donde se propone contribuir a la construcción de una ciudad incluyente, habitable, justa, democrática, sustentable y disfrutable; fortalecer el tejido social y el ejercicio de la ciudadanía; y promover una economía urbana equitativa, incluyente y solidaria.

El análisis de la inseguridad ciudadana desde una mirada de género permite descubrir formas ocultas de violencia que afectan a mujeres y hombres, desde luego tener una mejor comprensión de sus causas, consecuencias e impactos; ubicando los espacios, las formas, y los actores implicados en los procesos de violencia. Es necesario considerar las diferentes amenazas a la integridad y libertades de hombres y mujeres provocadas por las desigualdades de género y otras desigualdades existentes en una sociedad determinada. Se requiere actuar para prevenir, atender y controlar las infracciones y violaciones a la seguridad de mujeres y hombres, en los diferentes

ámbitos y ciclos de su vida, tomando en cuenta sus diversas identidades y pertinencias, bajo una óptica de aspectos de género que las explican (Montoya 2013).

La seguridad humana implica el derecho a la ciudad donde se den las condiciones para una buena vida de las mujeres que es posible lograrlo si se promueve la planificación urbana y regional, que les permita gozar de las ciudades a través de servicios públicos urbanos, a contextos seguros, a alternativas de movilidad, a viviendas adecuadas, a salubridad pública, entre otros. (Montoya, 2013). Se vuelve necesario que se impulsen los cambios para llegar a la igualdad entre géneros y forma de vida equitativa entre hombres y mujeres. Se requiere entonces que los diferentes niveles de gobierno trabajen para asegurar lo antes mencionado.

Considerando la importancia de promover los cambios desde una escala local y con perspectiva de género y sostenibilidad, el presente artículo muestra un diagnóstico que sirve de base al Objetivo 11 del Desarrollo Sostenible: "Ciudades y Comunidades Sostenibles", para lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles (NUA, 2015). Las recomendaciones de este proyecto se hacen de acuerdo con los resultados obtenidos del análisis del diagnóstico del instrumento de evaluación aplicado en ciudad Delicias, Chihuahua, que tiene como base las caminatas de reconocimiento que consisten en andar por los espacios públicos de los barrios o colonias en los que viven las mujeres afectadas por la violencia en una comunidad urbana. La caminata la realiza un grupo de mujeres, no menos de 3 y no más de 9 integrantes, para identificar las características físicas y sociales que hacen ser o parecer a estos lugares seguros o inseguros. Para realizar estos recorridos, se elige los trayectos que las mujeres realizan cotidianamente al llevar a sus hijas e hijos a la escuela, al ir al trabajo o estudiar, al ir a la lechería o al centro de salud o al dirigirse a una avenida para tomar el transporte público. (Gob. CDMX, IMCDMX).

La ciudad es un contexto donde ocurre el conflicto y vida social, donde tiene lugar las expresiones de diversas violencias que sufren las mujeres en su localidad, en su trayecto diario por espacios públicos y privados. Su expresión de sensación de inseguridad es mayor que en hombres, perciben más peligrosa su ciudad, pese a que pertenecen a ella, no se apropian de la misma ni disfrutan o circulan con autonomía. expresan sentimientos de miedo que limitan su autoestima y seguridad, aquellas más precavidas modifican hábitos diarios de recorrido, realizan acciones de precaución, evitan conductas de riesgo. Los diversos temores limitan su proyecto de vida y carrera, como estudiar o trabajar, o su participación social y política.

Objetivo

Valorar la percepción de los habitantes de la región de Delicias, Chihuahua con relación a las condiciones de riesgo para las mujeres y niñas, en materia de seguridad ciudadana, como base para generar futuras alternativas de acción que contribuyan con el Objetivo de ciudades y comunidades sustentables, propuesto en la Agenda 2030.

Metodología

El enfoque metodológico específico de esta investigación es cualitativo. Esto se justifica por el carácter de percepción de la ciudadanía con relación a las condiciones de riesgo en materia de seguridad ciudadana, como producto de la aplicación de dos estrategias de recolección de datos: los Recorridos Urbanos (RU) y la aplicación de una encuesta estructurada para recolectar información para el diagnóstico. Dentro del programa de seguimiento de la Nueva Agenda Urbana (NAU) se proponen los RU de reconocimiento para la seguridad de las mujeres, que fueron

realizadas en diversas colonias y sectores de la ciudad de Delicias, Chihuahua durante el mes de octubre de 2017. Estas consistieron en caminatas realizadas por los espacios públicos de los barrios o colonias para identificar las características físicas y sociales que hacen ser o parecer a estos lugares seguros o inseguros.

Por otra parte, se aplicó una encuesta para medir la percepción de los habitantes en torno a las condiciones de riesgo para mujeres y niñas. Se diseñó bajo una estructura con siete temas de interés para el diagnóstico: Impresiones Generales, Ver y ser Vista, Oír y ser Oída, Pedir Auxilio, Saber dónde Estás y a dónde Vas, El Cuidado del lugar y Vandalismo, y Trabajo en Comunidad; en cada uno de éstos se incluyeron varios ítems.

Resultados

1.- El primer tema que se consideró en la encuesta fue: La descripción que las mujeres participantes en el muestreo realizan con cinco palabras sobre el lugar donde viven, la mayoría de las respuestas fueron adjetivos negativos; los más comunes: Sucio, Descuidado, Oscuro, Inseguro y con mucha gente, dando éstos una idea global del cómo se sienten ellas en su comunidad.

2.- Respecto al punto de VER Y SER VISTA, se consideró la descripción de la iluminación, tanto pública como particular. Más del 40% de las personas encuestadas indicaron que la iluminación en general era poca y en malas condiciones, que las que están en malas condiciones, cuentan con focos rotos o de plano no tienen y que el Departamento de Servicios Municipales no acuden rápidamente a atender las quejas que hacen los ciudadanos. Expresaron que la cobertura de la iluminación no es suficiente, pues existen zonas en total oscuridad debido al poco mantenimiento de los arbotantes, así como a la falta de éstos; lo que representa un problema al transitar durante la noche, ya sea por cuestiones de recreación o por ser ésta la ruta que se requiere tomar para acudir a trabajo, a casa o por necesidad de traslado para hacer las compras.

Aunado a la falta de luminarias y/o de mantenimiento de éstas, el 37.9% de las personas comentaron que hay árboles grandes, postes, terrenos o edificios abandonados que tapan las luminarias, provocando con esto que se estime como deficiente y mala. Con respecto a la iluminación en las entradas de las viviendas y comercios, un 31.8% comentó que era regular y un 9.0% que estaba en malas condiciones.

3.- En el tema de OÍR Y SER OÍDA, el 42% de las personas encuestadas resaltaron la existencia de terrenos baldíos que se presentan como un punto ciego de alta peligrosidad en esa área, pues consideran que quedan desprotegidos ante una transgresión cometida en su contra y estos terrenos no les ayudaría a poder ser escuchados en caso de pedir auxilio, por el contrario, consideran que dan oportunidad a los malandros para convertirlos en escondites y nidos de vándalos. También se hizo mención de que en ciertas áreas había solo comercios o fábricas, lo cual representa también un área insegura por no haber población a ciertas horas.

4.- Respecto al tema de PERDIR AUXILIO se identificó que un 36% de las encuestadas señalaron que los servicios de emergencia (Cruz Roja, Hospitales, y otros), personal de seguridad o policía no se encuentran cerca, indicando que están a varios kilómetros de distancia. Este dato es un porcentaje alto para una variable tan importante que puede hacer la diferencia para la salud y la integridad física de los habitantes de ese lugar. Así mismo, también puntualizó que no hay policía realizando recorridos en el lugar. De las personas que respondieron que, si cuenta su comunidad con vigilancia por parte de la policía, el 43% indicó que no sabe con qué frecuencia se realizan los recorridos.

5.- En la variable SABER DÓNDE ESTÁS Y A DÓNDE VAS, el 50% de las personas refirió que no está visible la señalización y/o nombres de las calles, esto debido al vandalismo que sufren las señaléticas viales y por la falta de atención por parte de las autoridades correspondientes puesto que no reparan o las sustituyen. Aún más grave en este rubro es que el 79% indicó que no existen carteles o señalamientos que indiquen algún número o den información a dónde acudir en caso de emergencia. Por otro lado, las personas que indicaron que en su colonia sí había señalización al respecto, éstos comentaron que solamente la señalización es visible durante el día.

6.- Sobre el CUIDADO DEL LUGAR Y VANDALISMO, el 72% de las personas encuestadas indicó que no están cuidadas las áreas públicas de su colonia, pues se puede ver descuido y falta de mantenimiento en el equipamiento de éstas puesto que está en pésimas condiciones o de plano inutilizable, se requiere reparaciones importantes en bancas y juegos de los parques, así como también en la iluminación de éstos. Agregando que también en algunas de las áreas privadas falta limpieza y mantenimiento puesto que se puede observar lotes baldíos con maleza y basura, construcciones abandonadas y vandalizadas.

En este mismo apartado, en lo referente a la limpieza de áreas en general, el 68% de los encuestados opinó que hay mucha basura y maleza, por lo que se estima necesario un cambio de cultura ambiental y ecológica. También comenta el 48% de estas personas que se pueden encontrar grafitis y/o mensajes racistas en bardas y muros.

Sobre el mal estado físico de las calles, comentaron el gran problema que representan los baches puesto que afecta el estado anímico y económico de las personas, estimando que las autoridades correspondientes no han atendido estos problemas. Aunado a esto, es poco el mantenimiento que hay en el alumbrado público, puesto que se encuentran muchas luminarias rotas o fundidas, dejando tramos de calles a oscuras.

Respecto al tema de las rutas de transporte público y taxi, las respuestas fueron positivas. Indicando el 67% de las personas que la frecuencia del transporte público es de 15 minutos aproximadamente y tienen paradas continuas, una cuadra de distancia entre parada y parada. En lo referente al servicio de taxis, el 79% comentó que éstos cuentan con una estación o caseta en su colonia y dan servicio de día y de noche.

7.- Respecto a TRABAJO EN COMUNIDAD, el 53% indicó que no hay actividades sociales y/o culturales por parte de las autoridades municipales correspondientes. A diferencia de las actividades por parte de grupos particulares, el 47% comentó que, si hay diversas actividades como grupos de la iglesia, grupos deportivos como de zumba y baile regional, kermés, matachines y otras más en los cuales si participan una parte de la población.

En lo referente a la percepción de sentirse segura, el 90% indicó que tienen amigas o vecinas con quienes podría contar en caso de emergencia, pero en lo relativo a su percepción de si está cambiando la población de lugar, el 47% respondió que sí, señalando que hay más gente foránea. Esta gente renta casas por tiempos cortos por ser de otros lugares y esto genera intranquilidad ya que representa vecinos con historial desconocido y sin fines de establecerse en la comunidad.

Recorridos Urbanos

La información se concentró en cuatro temáticas que corresponden, en gran parte, con las categorías que se evalúan también en el formato que sirvió de apoyo de evidencias en el Recorrido Urbano: Iluminación, Vigilancia de seguridad, Señalética y Obstáculos visuales. Estos temas se relacionan con el objetivo de los RU; esto es, la detección de situaciones o puntos que podrían ser un riesgo para la seguridad de mujeres y niñas.

En la Tabla 1 se concentra la información correspondiente a las observaciones y percepciones aportadas por las personas que llevaron a cabo los Recorridos Urbanos (RU) en distintas zonas de la ciudad de Delicias, Chihuahua. Como se observa, la temática más observada es la de la iluminación. Del total de los RU, el 97% puntualizaron la necesidad o mantenimiento de luminarias públicas; dentro de esta necesidad, el 30% de los recorridos observaron que las luminarias se encuentran en mal estado (fundidas o rotas), y el 70% considera que realmente las luminarias que existen son insuficientes, presentándose con esto una condición de riesgo para las personas que caminan por esos lugares recorridos.

Por otra parte, en el tema de Obstáculos visuales se hace referencia a aquellos lugares en los que alguna(s) persona(s) podría ocultarse; lo cual representa una condición de riesgo para las personas que caminan por o cerca de dichos lugares. De los RU realizados, el 63% reconoce esta situación de riesgo, ya sea porque los lugares son lotes baldíos sin cercar o con crecimiento abundante de maleza o son casas en construcción (tapias) o viviendas deshabitadas (o abandonadas).

En cuanto a la vigilancia por parte del personal de seguridad pública, la mayoría de las observaciones no presentaron alguna condición en este punto; sin embargo, hay algunas observaciones puntuales como la realizada en el FOVISSSTE I y el fraccionamiento Cumbres del deporte, en los que se aplicaron algunas entrevistas con los habitantes de esas zonas y perciben vulnerabilidad porque puntualizan algunos lugares que representan un riesgo localizado ya sea en una plaza o en algún callejón. En relación a la señalética, la mayoría de las observaciones hechas en este punto, se relacionan con la falta o la poca visibilidad del nombre de las calles, así como falta de pasos peatonales. La primera de ellas es una condición importante ya que una persona bajo una situación de peligro debe reconocer su ubicación al momento de pedir ayuda. La segunda condición es importante para el tránsito peatonal hacia distintos lugares, sobre todo en aquellos lugares en los que, en gran parte, la comunidad debe o desea caminar para llegar a su destino.

Conclusiones

El estudio muestra que pese a que Ciudad Delicias, Chihuahua es una ciudad joven de 88 años, el actual diseño urbano no contempla los criterios de la Nueva Agenda Urbana en su Objetivo 11: "Ciudades y Comunidades Sostenibles", para lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

Lo anterior, demanda una acción inmediata para incidir en los cambios que permitan un rediseño con perspectiva de género y sostenibilidad pues la percepción de mujeres y niñas recabada a través de los recorridos urbanos y las respuestas de la encuesta dan evidencia de las condiciones de riesgo en materia de seguridad ciudadana.

Tablas y figuras

Tabla1. Condiciones de inseguridad ciudadana señaladas durante los Recorridos Urbanos.

SECTOR	DOMICILIO	ILUMINACION	SEGURIDAD	SEÑALÉTICA	OBSTÁCULO VISUAL
NORTE	Col. Terrazas	Hay lámparas de luz están en muy mal estado, en cada esquina de las calles hay solo una, el	Durante los tres recorridos que hice no vi a ninguna	El nombre de las calles no es visible y las señales de tránsito	Hay puntos donde una persona puede estar escondido sin ser visto porque hay mucha vegetación y

		problema es que las calles son demasiadas largas y por las noches se ve muy oscuro e inseguro	patrulla o unos policías que estuvieran dando sus rondines de rutina	están en muy mal estado	áreas de construcción las cuales no dejan ver nada bien
	Cerca de Walmart	Faltan luminarias			Cosas que abundan bastante por los alrededores son fábricas de muebles, lo que implica inmuebles grandes y con muy poca iluminación a las afueras de ellos; lo cual propicia mucho la delincuencia.
SUR	Fracc. San Carlos	Plaza con poca iluminación			
	C. Emiliano Zapata Col. Benito Juárez	Lotes baldíos sin iluminación. Falta de lámparas en la calle			
	Fracc. Sn. Andres	Iluminación es un poco escasa ya que algunos focos de las calles principales de mi fraccionamiento no iluminan tanto, algunos tienen nidos de aves en su interior y eso impide que se iluminen las calles			Lotes baldíos que fácilmente las personas pueden esconderse en él y pueden llegar a cometer un crimen
	Av. 16 y C. 36 Col. Linda Vista	Las calles por mi casa carecen mucho de un mejor alumbramiento publico		El nombre de las calles no se ven y las señales de tránsito están en mal estado.	Hay más lotes baldíos por aquí pero estos solo están descuidados. -Por la noche se quedan abiertos los pasillos del mercado Morelos y la gente se mete, es riesgoso.

	Col Tierra y Libertad	Lámparas públicas quebradas.			Lotes baldíos con hierba y casas en construcción que pueden servir de escondite y son peligrosas
	Calle 33 Sur	Hace falta iluminación por la calle			Varias casas abandonadas o tapias en las cuales la iluminación es terrible y es un foco de peligro para cualquier persona. -Lotes baldíos con escombros donde alguien podría esconderse.
	C. Belisario Domínguez	Falta iluminación pública			Hay lotes baldíos y un callejón oscuro.
	FOVISSSTE I	Falta iluminación en algunas calles interiores.	En la zona de las canchas bajan los de las colonias a drogarse y la policía solo hace rondines de vez en cuando, no tenemos seguridad durante esas altas horas de la noche.		
	Av. Plutarco E. Calles	En algunos postes de luz los focos están fundidos, lo cual no permite una buena visibilidad de noche y hay riesgo de que ocurran agresiones, robos, etc.			La hierba o maleza de lugares deshabitados o plazas están muy largos y no puedes observar si hay algún objeto con el que puedas tropezar y caer y puede ser motivo de una grave lesión.
	Calle 8ª.	La falta de iluminación es	Falta de vigilancia		

		grave, ya que de noche está muy oscuro y es muy inseguro caminar por ahí.			
	Cerca de la parroquia S. Juan Diego	Las calles están oscuras pues el alumbrado es escaso y está mal distribuido.	No se observó vigilancia por parte de algún vehículo de seguridad	Hace falta señalamientos de tránsito y pasos peatonales.	Hay lotes baldíos inseguros.
	Fracc. El Mirador	No hay iluminación y algunas veces la iluminación que ahí cerca de la casa falla por el vandalismo		Falta señalética vial	
	Col. Revolución	Falta de iluminación pública, ya que muchas lámparas no funcionan correctamente.			
	Fracc. Sn Carlos	La iluminación periférica de la plaza es buena, pero en el centro de ella no, está muy oscuro y no se distingue a alguien a 50 m.			Hay arbustos obstruyendo la vista y que podían ser punto ciego, donde alguien más podría esconderse.
	Infonavit Revolución	El alumbrado público es muy insuficiente, teniendo las lámparas quebradas, focos fundidos o inexistentes, o simplemente el poste puesto sin conexiones algunas.			Hay terrenos baldíos con un alto riesgo para las mujeres o personas que pasan caminando por aquí, pudiendo ser atacados por malhechores en estos lugares.
	Col. Benito Juárez	No hay suficiente iluminación y por ellos existen los asaltos.		Hace falta señalamientos de tránsito y	Existen muchos lotes baldíos y lugares donde puedan hacer daño.

				pasos peatonales	
	Fracc. Cumbres del deporte	Algunas luminarias están descompuestas y es muy peligroso para los vecinos de este sector.	En esta comunidad hace mucha falta una buena vigilancia, pues me comentaron que son muy comunes los robos a casa-habitación	Señalética vial tapada por crecimiento de árboles.	
	Col. Linda Vista	Algunas lámparas fallaban o estaban descompuestas, se preguntó a las personas que viven cerca de ahí y respondieron que llevan varios días así, se envió una queja y no se atendió como es debido	No se observaron recorridos de personal de vigilancia o seguridad.		Existen sitios (lotes baldíos) en los que personas delincuentes podrían ocultarse, y es peligroso porque por estos lugares viven personas que trabajan en el 2do turno en maquiladora, llegando a sus hogares a altas horas de la noche.
	Col. Campesina				Hay varias casas en obra negra y otras deshabitadas con mucha maleza y pueden servir para que una persona se oculte.
PONENTE	Calle 11	Falta de iluminación			
	Col. Loma de Pérez	Faltan luminarias públicas			
	Cerca de Santuario de Guadalupe	Por la escuela que queda de paso y la iglesia por las noches es muy insegura puesto que existen muchos árboles y muchos			

		lugares donde se encuentran sin luz.			
	Entre calle 2ª y Av. 11				Hay una casa que se describiría como descuidada y con una iluminación realmente mala, ya que no se cuenta con ninguna luz por dentro ni por fuera; alguien se puede esconder fácil en ese terreno.
ORIENTE	Fracc. Los Viñedos	Hay lugares los cuales son totalmente oscuros al llegar la noche ya que los arboles de alrededor bloquean totalmente la entrada de la luz a estos lugares haciéndolos de total inseguridad.			Hay una caseta de seguridad abandonada, la cual está rodeada por unas tablas pero no por completo, en este lugar por lo general duermen vagabundos.
	Fracc. Sta Gertrudis	Hay algunas calles con muy poca iluminación, esto hace muy inseguro el lugar para todas las personas.			
	Fracc. Sta. Gertrudis	Hay escasa iluminación, algunos postes de luz ni siquiera sirven, otros no están como se debe.			Hay lotes baldíos y callejones que son un riesgo y además están oscuros.

Referencias

Álvarez, A.M.(2016). Retos de América Latina: Agenda para el desarrollo sostenible y negociaciones para el siglo XXI. *Problemas de desarrollo*, 186 (47),

CISCSA – Red Mujer y Hábitat de América Latina “Caminando nuestros Barrios, construyendo ciudades sin violencia”, editado, en octubre de 2008 en Córdoba, Argentina, por UNIFEM, AECID, La Red Mujer y Hábitat para América Latina y CISCSA.

Cruz, B. (2012). Estrategias de políticas públicas para el desarrollo sustentable, una visión crítica. *Telos*, 14(3), 346-363.

Delgadillo, V. M. (2012). El derecho a la ciudad en la ciudad de México. ¿Una retórica progresista para una gestión urbana neoliberal?. *Andamios*, 9 (18), 117-139.

Fajardo, L. A. (2006). Desarrollo humano sustentable: concepto y naturaleza. *civilizar. ciencias sociales y humanas*,(10)

Gobierno de la CDMX, Cuadernillo de caminatas de reconocimiento para la seguridad de las mujeres. Instituto de las Mujeres de la Ciudad de México, Ed. Colectiva Ciudad y Género A.C.

Gutiérrez, M. T., Morales, J. S. y Chavira, M. A. (2018). El estudio de cuantificación y caracterización de los residuos sólidos urbanos: una oportunidad para la concientización ambiental.

Lezama, J. L., Domínguez, J.(2006). Medio ambiente y sustentabilidad urbana. *Papeles de población*,cieap/uaem,(49)

Martínez, E. S. et al. (2014). El referente de la pobreza en el discurso de la ONU sobre el desarrollo sostenible. *Convergencia revista de ciencias sociales*, (66), 203-228.

Molano, F. (2016). El derecho a la ciudad: de Henri Lefebvre a los análisis sobre la ciudad capitalista contemporánea. *Folios*, (44), 3-19.

Montoya, A. M. (2013). Seguridad humana para las mujeres en las ciudades: reflexiones para políticas públicas urbanas con enfoque de género. *Revista Estudios Socio-Jurídicos*, 15, (1), 115-137.

NU Asamblea General (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas. A/70/L.1 (18 de Septiembre de 2015), disponible en: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/L.1&Lang=S

Pamplona, F. (2000). Sustentabilidad y políticas públicas. *Gaceta ecológica*, (56), 46-53.

Ramírez, A., Sánchez, et al., (2004). El desarrollo sustentable: interpretación y análisis. *Revista del Centro de Investigación Universidad la Salle*, 6 (21), 55-59.

Rojas, C. (2003). El desarrollo sustentable: nuevo paradigma para la administración pública. instituto nacional de administración pública, a.c. /senado de la república lix legislatura/primer edición

Biodeterioro de patrimonio histórico: caracterización de agentes causantes y erradicación

Alejandro Robles Ruiz

alexrr2030@gmail.com

Atzin Elizabeth Alcaraz Dominguez

atzin15@icloud.com

César Aarón Villalobos Díaz

villalobosc@clp.com.mx

Evelyn Abril Natera Maldonado

eanmaldonado@hotmail.com

Dra. Silvia Lorena Montes Fonseca

silvialorena.montes@itesm.mx

M.C. Carmen Daniela González Barriga

cgonzalezb@itesm.mx

M.C. Anahí Levario Gómez

anahi.levario@itesm.mx

Dra. Cynthia Lizeth González Trevizo

cynthial.gonzalez@itesm.mx

Lic. Inés Ivette Espinosa García

iespinosa@itesm.mx

Dra. Claudia Palmira Ortega Fierro

claudia.ortega@itesm.mx

Tecnológico de Monterrey, Campus Chihuahua

Temática general: Sustentabilidad y medio ambiente.

Resumen

Este proyecto analiza el deterioro causado por distintos microorganismos en el templo San Juan Bautista en Chihuahua. El biodeterioro es una problemática que afecta al patrimonio histórico alrededor del mundo; daños como la erosión y coloración del material de construcción traen como consecuencia problemas estructurales, estéticos y de salud. Como principal objetivo respecto al deterioro del templo, se añaden datos de las especies de hongos y líquenes encontrados, las causas de su crecimiento y su papel en el desgaste de los materiales a fin de formular un producto capaz de erradicar y prevenir la aparición de estos organismos. Se tomaron muestras de zonas afectadas y se inocularon en medios de cultivo como MS y PDA. Se aislaron y caracterizaron los microorganismos encontrados. Se identificaron cinco biodeteriogenos: *Acarospora cf. socialis*, *Acarospora impressula*, *Acarospora cervina*, *Squamulea subsoluta* y *Cladosporium cf. cladosporioides*. Se concluyó que el resto de la comunidad microbiana no representa un riesgo estructural. Se evaluó una solución nanobiocida que resulta eficaz inhibiendo el crecimiento sin alterar las propiedades físicas o estéticas de los materiales del templo. Dicha evaluación se realizó a través de un factorial 2^3 con el que se encontró que las nanopartículas de ZnO fueron el único factor influyente para inhibir todos los microorganismos de interés. Se realizaron pruebas confirmatorias excluyendo factores no significativos y se obtuvo una disminución de 53.22-73.21%

con respecto al crecimiento habitual en *Acarospora spp.* e inhibición completa en las demás especies.

Palabras clave: biodeterioro, biodeteriogenos, material de construcción, óxido de zinc, erosión.

Abstract

This project analyzes the deterioration caused by different microorganisms in the San Juan Bautista temple, in Chihuahua. Biodeterioration is a problem that affects cultural heritage around the world; damages such as erosion and coloring of the construction material result in structural, aesthetic, and public health problems. Regarding the temple's deterioration, data are added on the species of fungi and lichens found, the causes of their growth and their role in the erosion of materials in order to formulate a product capable of eradicating and preventing the emergence of these organisms. Samples were taken from affected areas and inoculated into media such as MS and PDA. The microorganisms found were isolated and characterized. Five biodeteriogens were identified: *Acarospora cf. socialis*, *Acarospora impressula*, *Acarospora cervina*, *Squamulea subsoluta* and *Cladosporium cf. cladosporioides*. It was concluded that the rest of the microbial community does not represent any structural risk. A nanobiocidal solution effective in inhibiting growth without altering the physical or aesthetic properties of the temple materials was evaluated. Said evaluation was carried out through a 2³ factorial experimental design. The ZnO nanoparticles were the only influencing factor that inhibit all the microorganisms of interest. Confirmatory tests were carried out excluding non-significant factors and a decrease of 53.22 - 73.21 % was obtained with respect to the usual growth in *Acarospora spp.*, while we obtained complete inhibition for the remaining species.

Key words: biodeterioration, biodeteriogens, construction material, zinc oxide, erosion.

Introducción

En la ciudad de Chihuahua, se encuentra una de las misiones franciscanas más antiguas e importantes, la Parroquia San Juan Bautista de Nombre de Dios, la cual ha sufrido durante los últimos años del siglo XVII importantes daños estructurales, los cuales condujeron a su demolición y eventual reconstrucción. Hoy nuevamente el templo se encuentra en riesgo, ya que ha sido colonizado por diferentes microorganismos epilíticos y endolíticos causantes de un severo deterioro. Los materiales de construcción que constituyen al templo como son el ladrillo, la cantera, el mortero y la piedra se encuentran afectados por la colonización microbiana, además del daño ambiental normal en este tipo de estructuras. Las paredes exteriores del templo presentan crecimientos fúngicos y en el ladrillo del campanario crecen especies de líquenes mixtas (incluso superpuestas). Estos son claros ejemplos de deterioro en patrimonio histórico (Sterflinger y Piñar, 2013).

Todo aquel daño causado por agentes biológicos se determina “biodeterioro”, un término que Hueck (1965) definió como “cualquier cambio indeseable en las propiedades de un material causado por las actividades vitales de organismos”. Este problema se ha documentado en materiales porosos con los cuales se erigieron los monumentos e inmuebles encontrados en sitios arqueológicos (Dupont *et al.*, 2007; Ortega-Calvo *et al.*, 1991; Saarela *et al.*, 2004; Urzi, 2004). Los microorganismos en estos materiales se benefician de los minerales que provee la roca para llevar a cabo funciones vitales y esto a su vez impacta negativamente la integridad estructural de la obra. Por sus características metabólicas, los hongos y los líquenes se encuentran entre los 5

principales agentes causantes de biodeterioro; los otros son insectos, bacterias y arqueas (Sterflinger y Piñar, 2013). Los hongos crecen en superficies húmedas, son organismos estrictamente heterótrofos; se alimentan por absorción y poseen paredes celulares compuestas de quitina; en la piedra, obtienen sus nutrientes de las fuentes de alimento orgánicas disponibles: otros microbios, insectos o excremento de aves (Sharma *et al.*, 1985).

Por otro lado, los líquenes son constituidos por una relación simbiótica entre un organismo fotótrofo unicelular y un hongo (denominados fotobionte y micobionte respectivamente). Estos microorganismos producen ácidos liquénicos, compuestos generados por el micobionte, que promueven la disolución y quelación de nutrientes de la superficie a la que se adhiere para beneficio del fotobionte. Esto daña las superficies de los materiales (Madigan *et al.*, 2014), en el caso de estructuras de patrimonio histórico esto representa una amenaza evidente al legado y valor cultural que representa. Además, es importante señalar que los líquenes costrosos, son principalmente endolíticos y su remoción mecánica debilita la piedra y puede propiciar el esparcimiento de esporas (Lisci *et al.*, 2003).

El principal objetivo de este estudio fue investigar las características de los organismos encontrados en la Parroquia de San Juan Bautista, responsables del biodeterioro en los diferentes materiales de construcción. Como complemento de la investigación, se realizó una solución efectiva a base de nanopartículas antimicrobianas contra los organismos dañinos. Al conocer el efecto cualitativo y cuantitativo de la solución biocida se podrá llevar a cabo una intervención adecuada, sin efectos nocivos en la apariencia o integridad del templo, y que permita disminuir el proceso de biodeterioro microbiano.

Desarrollo Metodología

Toma de muestra.

Se encontraron lesiones en cantera y mortero que presentaban textura filamentosa y coloraciones verdes o negras, las cuales se consideraron causadas posiblemente por hongos. La toma de muestra en este tipo de lesiones se llevó a cabo con ayuda de un hisopo estéril y buffer de fosfato con pH de 7 preparado previamente en el laboratorio.

Asimismo, se encontraron muestras en ladrillo con apariencia costrosa y con cuatro distintos colores: verde, mostaza, negro y gris. Con ayuda de un bisturí y bolsas de papel estera, esterilizados a 121°C, se realizó la toma de muestra.

Finalmente, las muestras fueron transportadas en hielo para su posterior inoculación.

Inoculación de hongos.

Se realizó la inoculación por estría cerrada en agar papa desxtrosa (PDA) con ácido láctico al 15% con el hisopo que se colocó en el buffer de fosfato. Las muestras se incubaron por 8 días a 15 °C de acuerdo a los recomendado por Ebrahimi *et al.* (2011).

Inoculación de líquenes.

Protocolo de lavado durante 12 horas. Se realizaron modificaciones al primer método descrito. El principal cambio radica en el lavado, las muestras pulverizadas se lavaron con 30 mL de agua destilada durante 12 horas continuas, sin agitación. Posteriormente se filtraron las muestras con una malla metálica de 1 centímetro de grosor, después se repitió el proceso

sustituyendo la malla metálica por papel filtro. Las muestras en el papel filtro se colocaron directamente sobre agar MS. Finalmente, se incubaron bajo las mismas condiciones descritas en el primer protocolo.

Aislamiento de hongos

De las cajas Petri con crecimiento, se realizó una selección de los hongos con morfología distinta entre las 16 cajas de PDA. Se identificaron 12 tipos de hongos, los cuales fueron resembrados usando la técnica de picadura en agar Sabouraud (SDA) con un pH ajustado a 5.6. Finalmente se incubaron a 15 °C como lo recomiendan Ebrahimi *et al.* (2011).

Aislamiento de líquenes

Se utilizaron los inóculos pertenecientes al protocolo de lavado por 12 horas, debido a que presentaba menor contaminación y el crecimiento provenía del inóculo depositado en el agar. Para aislar el micobionte de los diversos líquenes fue necesario observar cada hongo macroscópica y microscópicamente, para diferenciar y discriminar aquellos que presentaran similitud. Para la observación microscópica, se realizó tinción de azul de lactofenol, mientras que para la observación macroscópica se hizo uso de un estereoscopio.

Con una asa de disección curva se tomó parte de la hifa aérea de cada muestra y se realizó un pequeño piquete en el centro de una placa de sabouraud (SDA). Por último, se incubaron todas las muestras resembradas a 15 °C entre 5 y 10 días.

Caracterización de hongos

La caracterización de los hongos fue exclusivamente morfológica. Se tiñeron las muestras con azul de algodón, se observaron bajo microscopio en aumentos de 40x y 100x. Después se compararon con las claves de identificación presentadas en el libro “Introduction to Food- and Airborne Fungi” (Samson, Hoekstra, Frisvad, & Filtenborg, 2000), dentro del mismo libro se compararon las características macroscópicas. En casos donde la comparación fuera dudosa, se comparaba con imágenes del crecimiento del hongo en medio Sabouraud.

Caracterización de líquenes

Para cada tipo de líquen se realizaron las siguientes pruebas.

KOH al 10%. Se preparó una disolución de hidróxido de potasio al 10%, seguidamente se colocó una porción de la muestra sobre un disco de papel filtro Wattman y con ayuda de una pipeta Pasteur se agregó una gota de KOH al 10% sobre la muestra. Finalmente se observó en cada caso si se presentó un cambio instantáneo en la coloración de la muestra a un color carmesí; si este fue el caso, se categorizó como KOH positiva.

Hipoclorito de sodio. Se preparó una solución de hipoclorito de sodio al 5.25% en agua destilada. Después se colocó una porción de la muestra sobre un disco de papel filtro Wattman. Con ayuda de una pipeta Pasteur, se agregó una gota de la solución sobre la muestra. Finalmente, se observó en cada caso si se presentó un cambio instantáneo en la coloración de la muestra. De ser este el caso, se categorizó como C positiva.

Exposición a luz UV. Se llevaron las bolsas con las muestras previamente guardadas en el congelador a -20°C a un lugar oscuro donde fue posible apreciar la fluorescencia (The British Lichen Society, 2018). Se abrió la bolsa sin sacar la muestra y después se iluminó con una lámpara

de luz UV. Si la muestra de líquen al ser irradiada con luz UV refleja una fluorescencia de color blanco, naranja o un poco azulado se considera UV positiva.

Tinción de azul lactofenol. Los posibles micobiontes se tiñeron con azul de algodón y se fueron descartando por sus diferencias estructurales con los hongos liquenizados previamente identificados por las pruebas K, C y UV.

Diseño experimental

Se realizó un diseño factorial 2^k constituido por tres factores (pH, concentración de nanopartículas de óxido de zinc y concentración de nanopartículas de dióxido de titanio) con dos niveles cada uno y dos réplicas para obtener una mayor confiabilidad y encontrar la solución que fuera capaz de inhibir con mayor eficiencia el crecimiento fúngico. La variable de medición fue el diámetro de crecimiento que se presentó en el agar con nanopartículas después de inocular el hongo seleccionado. Esta variable fue medida con un calibre Vernier para reducir el grado de error.

Síntesis de nanopartículas de óxido de zinc

Para la síntesis de las nanopartículas de zinc (ZnO NPs) se utilizó el método de precipitación química, donde una solución de acetato de zinc 3 M se mantuvo en agitación constante a 900 rpm a 85 °C, mientras se goteaba sobre ésta una solución 0.2 M de acetato de zinc dihidratado. Una vez agotada la solución de hidróxido de sodio, se conservó la agitación y temperatura entre una y dos horas para mantener la estabilidad de la reacción. Posteriormente la solución fue centrifugada a 5000 rpm, a temperatura ambiente, durante 20 minutos. La pastilla de NPs obtenida se lavó cinco veces con 30 mL de agua destilada y un último lavado con 10 mL etanol absoluto centrifugando a las mismas condiciones. Las NPs resultantes se colocaron en una mufla a 700 °C por cuatro horas y se dejó enfriar por 15 minutos. Las ZnO NPs obtenidas se pesaron y almacenaron a temperatura ambiente en un tubo de plástico de 2 mL.

Experimentación

Para la formulación biocida se utilizaron ZnO NPs preparadas anteriormente y TiO₂ obtenidas de una casa comercial. Se prepararon agares adicionados con dichas NPs a diferentes concentraciones y con un valor de específico de pH para lograr realizar los diseños experimentales aleatorizados. Las combinaciones utilizadas se escogieron con base en los datos arrojados por el software que generó el diseño experimental. Con el propósito de comprobar que el nivel de pH no fuera el único factor inhibitorio, se prepararon los controles positivos con cada nivel de pH.. Se utilizó la técnica de piquete para sembrar los hongos sujetos al experimento en los medios con la solución y se dejaron incubar a temperatura ambiente entre 5 y 10 días, con luz constante.

Para poder realizar los experimentos complementarios se prepararon 16 soluciones distintas con los diferentes factores y niveles ya mencionados. Por último se depositaron 1.5 mL de la solución correspondiente sobre el hongo sembrado con una semana de crecimiento.

Resultados

Durante el muestreo en el Templo se encontraron múltiples lesiones causadas por diferentes microorganismos en diferentes materiales como cantera, mortero, piedra, y ladrillo. Las lesiones más abundantes y graves se encontraron en el campanario construido de ladrillo (ver anexo A para imagen de lesiones y microorganismo causante).

De las diferentes muestras recabadas fueron aislados y caracterizados 6 hongos y 4 líquenes, a continuación se presenta la identificación taxonómica de dichos microorganismos.

Identificación taxonómica de hongos

Se aislaron e identificaron dos hongos no filamentosos (levaduras): *Zygosaccharomyces rouxii* y *Exophiala dermatitidis*. Además, cuatro hongos filamentosos *Aspergillus flavus*, *Aspergillus terreus*, *Moniliella acetoabutens* y *Cladosporium* cf. *cladosporioides*. De estos únicamente se identificó como bioteteriogenos *Aspergillus flavus*, y *Cladosporium* cf. *cladosporioides*.

A. flavus presentó una coloración frontal verde y amarilla y al reverso blanca o amarilla, un diámetro entre 3 y 5 cm después de 7 días de incubación y su estructura microoscópicas eran conidias radiales. Este es uno de los hongos ambientales más comunes (Samson, Hoeksta, Frisvad & Filtenborg, 2000). Se han reportado algunos casos en donde *A. flavus* es capaz de causar un deterioro causando manchas de coloración verde sobre diversos materiales, sobre todo cantera (Clair & Seaward, 2004).

Aspergillus terreus presentó un diámetro entre 3 y 5 cm después de 7 días de incubación, una coloración frontal blanca o café progresiva y al reverso café o amarilla, así como conidias radiales. Este es un hongo ambiental muy común (Samson, Hoeksta, Frisvad & Filtenborg, 2000) del cual no se han registrado casos en los que esta especie sea capaz de causar un deterioro estructural.

Cladosporium cf. *cladosporioides* presentó una coloración frontal café o verde, y reversa blanca, gris o negra, además, un diámetro entre 3 y 4 cm después de 10 días de incubación, la cual es una característica representativa de *C. cladosporioides*, sin embargo la especie *sphaerospermum* también podría ser una especie a considerar debido a que existe una relación muy significativa entre ambas, con la única diferencia de que *C. sphaerospermum* cuenta con conidias más cortas (Samson, Hoeksta, Frisvad & Filtenborg, 2000). Microscópicamente estas especies presentan conidias ramificadas laterales o terminales, características que también presentaron las cepas aisladas al realizar las tinciones con azul de lactofenol (Samson, Hoeksta, Frisvad & Filtenborg, 2000).

Cabe mencionar que para tener una clasificación certera de los hongos se deben realizar pruebas de biología molecular para la identificación de las mismas. *Cladosporium* se encuentra comúnmente en esporas ambientales y se ha reportado como uno de los principales géneros causantes de deterioro en materiales construidos de piedra (Sterflinger & Piñar, 2013). Principalmente se presenta como una mancha negra y vellosa. Otro aspecto relevante es que produce alergias y respuestas asmáticas (Kantarcioglu, Yücel, & Hoog, 2002). (ver anexo C para mayor información sobre las pruebas bioquímicas y consulta de imágenes macro y microscópicas).

Identificación taxonómica de líquenes

Los líquenes fueron identificados como *Acarospora* cf. *socialis*, *Squamulea subsoluta*, *A. cervina* y *A. impressula*.

Para *Acarospora* cf. *socialis* se consideraban posibles candidatos *Acarospora socialis* y *A. chrysops*, conocidos por su similitud morfológica, mismos resultados ante pruebas KC cuyos resultados fueron negativos, además por sus hábitats en común, que incluyen el centro del país, el desierto de Sonora y Texas (Nash *et al.*, 2007). Para determinar la especie definitiva se debe realizar secuenciación genética. Anteriormente *A. contigua* había sido considerada por su similitud en todos estos aspectos pero el cultivo aislado de su micobionte está reportado (McDonald, Gaya, & Lutzoni, 2013) y no coincide macroscópicamente.

Squamulea subsoluta el cual se ha encontrado en el estado previamente (Nash *et al.* , 2007). Cabe mencionar que esta especie resulta K positivo, C negativo y UV positivo en las pruebas bioquímicas.

A. impressula y *A. cervina* presentan resultados negativos a las pruebas de KC y se han reportado en la región norte de México (Nash *et al.* , 2007; G erault, 2014). Sin embargo, se debe tomar en consideración que *A. impressula* principalmente se ha reportado, en el país y fuera de este, cerca del mar. *Trbouxia*, el género de algas simbiotes de *Acarospora spp.* fue encontrado en los mismos entornos que *Cladosporium* por Lloyd (como se cita en Lisci, Monte, & Pascini, 2003).

Los líquenes se encontraron en su estado no f ertil, lo que obstaculizó una identificación más detallada. Sin embargo, pruebas físicas y químicas, así como los reportes de avistamientos por ubicación geográfica, nos llevan a concluir que pertenecen a los géneros presentados. Entre los posibles micobiontes se identificaron los que correspondían a estos hongos en su estado no liquenizado. Se evaluó la solución biocida contra las cuatro especies.

Evaluación de la inhibición y eliminación de microorganismos biodeteriogenos

Se decidió evaluar la capacidad antifúngica de las ZnO NPs y TiO₂ NPs para la inhibición y la erradicación de estos microorganismos dañinos. Para esto se seleccionaron los cinco biodeteriogenos principales: *Cladosporium cf. cladosporioides*, y los micobiontes de *Squamulea subsoluta*, *Acarospora cf. socialis*, *A. impressula* y *A. cervina*. Para estos se desarrolló un diseño experimental aleatorio con tres factores: la concentración de nanop rticulas de ZnO y TiO₂ , y el valor del pH.

Para *Acarospora cf. sociales*, el único factor que produjo una variación significativa en la inhibición del crecimiento fue la concentración de ZnO NPs, otorgando un mejor resultado una concentración alta (600 ppm) . En el caso de *Acarospora cervina* y *Acarospora impressula* la concentración de nanop rticulas de ZnO NPs y el valor del pH produjeron una variación significativa, dando un mejor resultado una concentración alta (600 ppm) y un valor bajo de pH (6). Esto reflejó que los hongos crecían en condiciones halófilas, motivo por el cual colonizaban idealmente materiales como cantera, ladrillo, piedra y mortero.

Por otro lado *Cladosporium cf. cladosporioides* y *Squamulea subsoluta* no presentaron crecimiento en los agares envenenados que se habían inoculados, esto no permitió un análisis estadístico detallado. Sin embargo debido a que los controles positivos (con diferente pH de 5.6, 6 y 8) presentaron crecimiento se concluyó que la concentración utilizada era muy alta y logró inhibir por completo a dichos microorganismos. Entonces se procedió a determinar la concentración mínima inhibitoria mediante la técnica de crecimiento radial. Para *Cladosporium cf. cladosporioides* la CMI de ZnO NPs fue menor a 100 ppm y mayor a 50 ppm, mientras que las TiO₂ NPs no fueron efectivas. Por último para *Squamulea subsoluta* la concentración mínima inhibitoria de las ZnO NPs fue entre 100 y 200 ppm; y la concentración de nanop rticulas de TiO₂ fue mayor a 200 ppm y menor a 300 ppm.

Finalmente los experimentos complementarios los cuales permit an analizar el efecto de la combinación de los tratamientos en los microorganismos una vez que ya presentaban crecimiento dieron como resultado un cambio evidente en 52 de 80 organismos a los que se les aplicaron las soluciones. Si dividimos los experimentos en aquellos tratados con soluciones con un nivel de alto y aquellos con un nivel Abajo, de los de A alto 27 de 40 cambiaron mientras que los de Abajo, 25 de 40. Para B bajo y B alto, cambiaron 20 y 32 organismos respectivamente. En ambos casos es

mejor el tratamiento alto, pero solo para B parece ser una diferencia sustancial. Una experimentación más detallada podría confirmar la efectividad de nanopartículas de dióxido de titanio en organismos ya desarrollados.

Acarospora cf. *socialis* mostró cambios observables en 12 de 16 individuos, *Acarospora cervina* en 12 y *A. impressula* en 10. *Squamulea subsoluta* mostró cambios en 11 de 16 y *Cladosporium* cf. *cladosporoides* en 7, siendo este organismo el menos afectado.

Conclusión

Se identificaron dos grupos de biodeteriogenos: los hongos que causaban abundantes manchas en cantera (*Cladosporium* cf. *cladosporoides* y *Aspergillus flavus*) y los líquenes costrosos que crecían en ladrillo y mortero (*Squamulea subsoluta*, *Acarospora* cf. *socialis*, *A. impressula* y *A. cervina*).

Los hongos se identificaron con las características microscópicas y macroscópicas reportadas por Samson, Hoeksta, Frisvad & Filtenborg (2000). *Cladosporium* ya se ha encontrado como el causante de deterioro en materiales de construcción. También tiene capacidad de producir compuestos alergénicos, causar reacciones asmáticas e incluso infecciones en distintos sistemas (Kantarcioglu, Yücel, & Hoog, 2002).

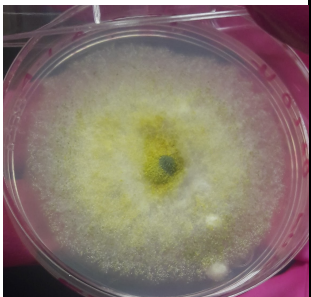
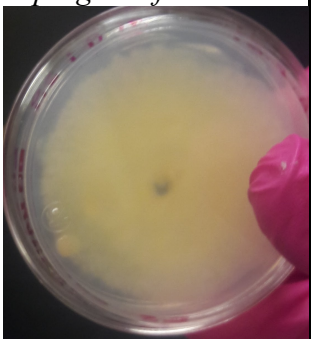
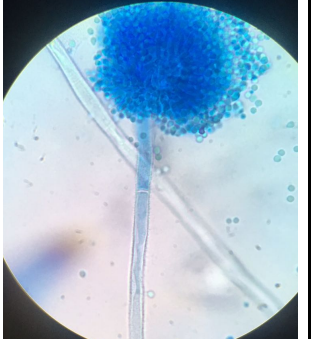

Los líquenes, por su parte, se identificaron con las pruebas K, C, y UV (comparando contra distribución geográfica). Todos los líquenes costrosos son biodeteriogenos por sus metabolitos (como ácidos liquénicos) y su crecimiento endolítico. Como son costrosos, su remoción mecánica exacerbaría el deterioro y esparciría sus esporas.

Las ZnO NPs demostraron ser la medida más efectiva de contención y remoción para estos organismos. Solamente hace falta evaluar su efectividad en campo, con las condiciones reales.

Anexo A Microorganismos biodeteriogéneos y sus respectivas lesiones

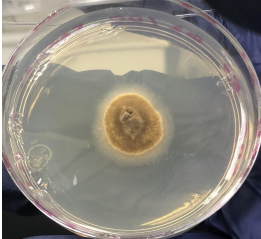
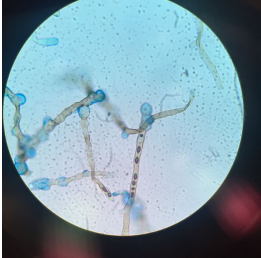

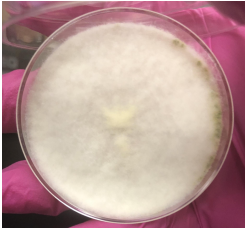
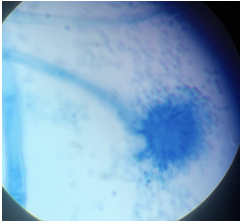

Tabla 1


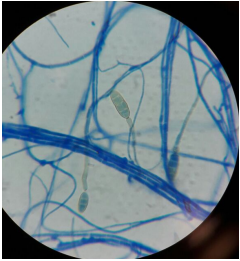


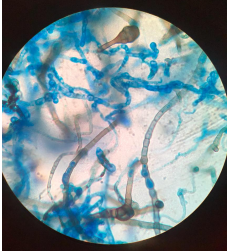

Hongos caracterizados

Microorganismo causante	Imagen	Características	Daño o lesión
<i>Aspergillus flavus</i>	 <p><i>Figura 1</i> Subcultivo <i>Aspergillus flavus</i></p>  <p><i>Figura 2</i> Subcultivo <i>Aspergillus flavus</i></p>  <p><i>Figura 4</i> Tinción de <i>Aspergillus flavus</i></p>	<p>Características macroscópicas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Color frontal: Blanco, verde y amarillo -Color reverso: Verde y blanco -Tamaño: 4.5 cm -Forma : Circular -Aspecto : Velloso - Superficie: Umbonada -Pigmento: Ausente <p>Características microscópicas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Hifa: Septada -Estructura reproductiva: Conidióforo y conidias radiales. 	<p>Material: Cantera</p>  <p><i>Figura 3</i> Lesión representativa de <i>Aspergillus flavus</i></p>

<p><i>Cladosporium</i> cf. <i>cladosporioides</i></p>		<p>Características macroscópicas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Color frontal: Verde -Color reverso: Verde con halo blanco -Tamaño: 2.1 cm -Forma : Circular -Aspecto : Aterciopelado - Superficie: Umbonado y plegado -Pigmento: Ausente 	<p>Materiales: Ladrillo , cantera y mortero</p> 
<p><i>Cladosporium</i> cf. <i>cladosporioides</i></p>		<p>Características microscópicas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Hifa: Septada -Estructura reproductiva: Conidias ramificadas laterales o terminales 	<p><i>Cladosporium</i> cf. <i>cladosporioides</i></p> 
<p><i>Cladosporium</i> cf. <i>cladosporioides</i></p>		<p><i>Cladosporium</i> cf. <i>cladosporioides</i></p>	<p><i>Cladosporium</i> cf. <i>cladosporioides</i></p> 

Tabla 2
Caracterización de líquenes

Liquen	Hongo no liquenizado	Daño o lesión
<p><i>Acarospora</i> cf. <i>socialis</i></p>	 <p><i>Figura 11</i> <i>Acarospora</i> cf. <i>socialis</i></p>  <p><i>Figura 12</i> Tinción de azul de algodón <i>Acarospora</i> cf. <i>socialis</i></p> <p>Hifa: Septada Estructura reproductiva: Ascospora</p>	 <p><i>Figura 13</i> Muestra de <i>A. socialis</i></p>
<p><i>Squamulea subsoluta</i></p>	 <p><i>Figura 14</i> <i>Squamulea subsoluta</i></p>  <p><i>Figura 16</i> Tinción de azul de algodón <i>Squamulea subsoluta</i></p> <p>Hifa: Septada</p>	 <p><i>Figura 15</i> Muestra de <i>Squamulea subsoluta</i></p>

	Estructura reproductiva: Ascospora	
<p><i>Acarospora cervina</i></p>	 <p><i>Figura 17 Acarospora cervina</i></p>  <p><i>Figura 18 Tinción de azul de algodón Acarospora cervina</i></p> <p>Hifa: Septada Estructura reproductiva: Ascospora</p>	 <p><i>Figura 19 Muestra Acarospora cervina</i></p>
<p><i>Acarospora impressula</i></p>	 <p><i>Figura 20 Acarospora impressula</i></p>  <p><i>Figura 21 Tinción de azul de algodón Acarospora impressula</i></p> <p>Hifa: Septada Estructura reproductiva: Ascospora</p>	 <p><i>Figura 22 Muestra de Acarospora impressula</i></p>

Referencias

- Clair, L. S., & Seaward, M. R. (Eds.). (2004). *Biodeterioration of stone surfaces: lichens and biofilms as weathering agents of rocks and cultural heritage*. Springer Science & Business Media.
- Dupont, J., Jacquet, C., Dennetière, B., Lacoste, S., Bousta, F., Oriol, G., Roquebert, M.-F. (2007). Invasion of the French Paleolithic painted cave of Lascaux by members of the *Fusarium solani* species complex. *Mycologia*, 99(4), 526–533. <https://doi.org/10.1080/15572536.2007.11832546>
- Ebrahimi, A., Karimi, S., Lotfalian, S., & Majdi, F. (2011). Allergenic fungi in deteriorating historic objects of Shahrekord Museum, in Iran. *Jundishapur J Microbio*, 4(4), 261-265. Koziróg, A., Rajkowska, K., Otlewska, A., Piotrowska, M., Kunicka-Styczyńska, A., Brycki, Gutarowska, B. (2016). Protection of Historical Wood against Microbial Degradation—Selection and Application of Microbiocides. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(12), 1364. doi:10.3390/ijms17081364
- Kantarcioglu, A. S., Yücel, A., & Hoog, G. S. (2002). Case report. Isolation of *Cladosporium cladosporioides* from cerebrospinal fluid. *Mycoses*, 45(11–12), 500–503. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0507.2002.00811.x>
- Lisci, M., Monte, M., & Pacini, E. (2003). Lichens and higher plants on stone: a review. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 51(1), 1–17. [https://doi.org/10.1016/s0964-8305\(02\)00071-9](https://doi.org/10.1016/s0964-8305(02)00071-9)
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Bender, K.S., Buckley, D.H., & Stahl, D.A. (2015). *Brock, Biología de los Microorganismos*. Pearson.
- McDonald, T. R., Gaya, E., & Lutzoni, F. (2013). Twenty-five cultures of lichenizing fungi available for experimental studies on symbiotic systems. *Symbiosis*, 59(3), 165–171. <https://doi.org/10.1007/s13199-013-0228-0>
- Nash, T., Ryan, B., Gries, C. & Bungartz, F. (2007). *Acarospora cervina*. Abril 16, 2018, de Consortium of North America Lichen Herbaria Sitio web: <http://lichenportal.org/portal/taxa/index.php?taxon=52988>
- Ortega-Calvo, J. J., Hernandez-Marine, M., & Saiz-Jimenez, C. (1991). Biodeterioration of building materials by cyanobacteria and algae. *International Biodeterioration*, 28(1–4), 165–185. [https://doi.org/10.1016/0265-3036\(91\)90041-o](https://doi.org/10.1016/0265-3036(91)90041-o)
- Saarela M., Alakomi H.L., Suihko M.L., Maunuksela L., Raaska L., Mattila-Sandholm T. (2004) Heterotrophic microorganisms in air and biofilm samples from Roman catacombs, with special emphasis on actinobacteria and fungi. *Int Biodeterior Biodegrad* 54:27–37
- Samson, R., Hoekstra, E., Frisvad, J., & Filtenborg, O. (2000). *Introduction to food- and airborne fungi*. Utrecht: Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Sharma, B., Chatuverdi, K., Samadiha, N., & Tailor, P. (1985) Biological growth removal and comparative effectiveness of fungicides from central India temples for a decade in-situ. in *Proceedings of the Vth International Congress on Deterioration and the Conservation of Stone*. Presses Polytechniques Romanes, Lausana, pp. 675-683
- Sterflinger, K., & Piñar, G. (2013). Microbial deterioration of cultural heritage and works of art — tilting at windmills? *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97(22), 9637-9646. doi:10.1007/s00253-013-5283-

Stocker-Wörgötter, E., Cordeiro, L. M. C., & Iacomini, M. (2013). Accumulation of potential pharmaceutically relevant lichen metabolites in lichens and cultured lichen symbionts. *Studies in Natural Products Chemistry* 39, pp. 337-380.

Urzi, C. (2004) Microbial deterioration of rocks and marble monuments in the Mediterranean basin: a review. *Corros Rev* 22: 441

Diagnóstico Participativo: un insumo imprescindible en los planes comunitarios sustentables

María Teresa Gutiérrez Escajeda

Tecnológico Nacional de México- Campus Instituto Tecnológico de Delicias
teresa.gutierrez@itdelicias.edu.mx

José Socorro Morales Aguilar

Tecnológico Nacional de México-Campus Instituto Tecnológico de Delicias
josemorales5807@hotmail.com

Manuel Armando Chavira Martínez

Tecnológico Nacional de México- Campus Instituto Tecnológico de Delicias
achaviram@gmail.com

Judith Berenice Herrera Díaz

Tecnológico Nacional de México- Campus Instituto Tecnológico de Delicias
judithbhd@gmail.com

Temática general: Sustentabilidad y Medio Ambiente

Resumen

La experiencia en la lucha contra los problemas sociales, tantas veces referenciados en diversos acuerdos, ha dejado de manifiesto que las acciones que se han llevado a cabo para tal fin han sido insuficientes, tanto por su falta de pertinencia contextual como por la ausencia de líneas de acciones claras y específicas. En el presente estudio se describe la utilidad del Diagnóstico Participativo, como base para propuestas de desarrollo pertinentes en la comunidad de San Pedro de Conchos, en Rosales, Chihuahua. Los resultados muestran las principales problemáticas detectadas bajo un trabajo colaborativo de la misma comunidad, así como las propuestas perfiladas para cada una de las mismas, bajo un enfoque sustentable, integrado en el marco referencial de un Diagnóstico Participativo.

Palabras clave: Desarrollo Sustentable, Análisis FODA, Diagnóstico Comunitario.

Abstract

The experience in the fight against social problems, so often referenced in various agreements, has made it clear that the actions that have been carried out for this purpose have been insufficient, both due to their lack of contextual relevance and the absence of lines of clear and specific actions. In the present study the usefulness of the Participatory Diagnosis is described, as a basis for relevant development proposals in the community of San Pedro de Conchos, in Rosales, Chihuahua. The results show the main problems detected under a collaborative work of the same community, as well as the proposals outlined for each one of them, under a sustainable approach, integrated in the referential frame of a Participatory Diagnosis.

Key words: Sustainable Development, SWOT Analysis, Community Diagnosis.

Introducción

La situación global que impera muestra evidencia de los problemas sociales no resueltos hasta hoy. Los índices de pobreza persisten y solo muestran cambios significativos cuando las naciones se comprometen de manera sostenida al cumplimiento de estrategias perfiladas a atacar esta problemática. Los gobiernos se reúnen en conferencias mundiales y establecen compromisos cada vez más específicos para erradicar la situación de pobreza mundial; sin embargo, es apenas en las últimas décadas en las que estos compromisos están dando resultados.

La Organización de las Naciones Unidas ha convocado a los gobiernos para unirse en la solución de diversas problemáticas sociales que se presentan, en su mayoría en los países no industrializados. A principios del presente milenio el compromiso global confluyó en la propuesta de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (Rodríguez, 2008); que, si bien dieron frutos a finales del 2015, éstos fueron insuficientes; por esto, se firmó un nuevo acuerdo para erradicar varios de los problemas sociales que aún quedan por resolver (Martínez et al., 2014).

Con el objetivo de poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, y hacer frente al cambio climático, más de 150 Estados se reunieron el 25 de septiembre del año 2015 en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible en Nueva York. El documento, fruto de la reunión, se conoce como “Transformando Nuestro Mundo: la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible”, y fue aceptado por 193 Estados Miembros de las Naciones Unidas (NU, 2015). En la Agenda se establecen 17 Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS), que de forma integral incluyen acciones de impacto en el ámbito social, económico y ambiental (Sachs, 2012).

La experiencia en la lucha contra los problemas sociales, tantas veces referenciados en diversos acuerdos, ha dejado de manifiesto que las acciones que se han llevado a cabo para tal fin han sido insuficientes, tanto por su falta de pertinencia como por la ausencia de un marco referencial y de líneas de acción claras y específicas. Unterhalter (2005) señala la ambigüedad en la conceptualización de igualdad de género que se planteó en los ODM; Fehling, Nelson y Venkatapuram (2013) realizaron un análisis de revisión en el que señalan que en el planteamiento de los ODM se ignoraron las capacidades locales, muchas veces limitadas, para el cumplimiento de los mismos.

Si bien es cierto que el compromiso para resolver los problemas que actualmente persisten se establecen en los Convenios internacionales que derivan en los planes de desarrollo de cada país, la responsabilidad de llevarlos a cabo debe integrarse en los distintos niveles de la sociedad. Sin embargo, para garantizar un mayor cumplimiento en los objetivos de desarrollo establecidos, se debe adoptar una óptica local para establecer líneas de acción congruentes y consistentes con el contexto específico de interés, partiendo para ello con estudios de diagnóstico diferenciados.

Una de las herramientas más utilizadas para identificar, evaluar y valorar las fortalezas, necesidades y problemáticas de una localidad es el Diagnóstico Participativo (DP), conocido también como Diagnóstico Comunitario. Éste se realiza con la participación colectiva de diversos actores del contexto de interés, garantizando con ello la caracterización diferenciada de su realidad. El DP se ha utilizado en distintos ámbitos, ya sea como base diagnóstica en el medio educativo (Castro et al., 2007; Aguirre, Traver y Moliner, 2012), en proyectos de desarrollo comunitarios (Del Corral y Rodríguez, 2015; Martínez, Palací y Sanchiz, 2016), entre otros.

Reconociendo la importancia de las ventajas que ofrece el Diagnóstico Participativo, en el presente estudio se describe el desarrollo de un DP como base para acciones futuras de desarrollo para la comunidad de San Pedro de Conchos, Rosales. El estudio muestra el compromiso de un grupo de universitarios que, bajo el objetivo de contribuir con la población menos favorecida, han llevado a cabo una serie de actividades, dentro del marco referencial de un Diagnóstico Participativo.

Objetivo

Proponer alternativas de desarrollo sustentable y congruente con la dinámica de la comunidad de San Pedro de Conchos, a través de la aplicación del diagnóstico participativo, como base para la detección diferenciada de sus principales necesidades y motivaciones colectivas.

Desarrollo

Para cumplir con el objetivo previamente propuesto y definir una propuesta integral y congruente con la dinámica de la comunidad de interés, las acciones de los grupos participantes en el presente proyecto se basaron en consecución de las etapas de un diagnóstico participativo comunitario en el que se unificaron las necesidades, ideas e intereses de los habitantes de la comunidad (Figura 1). En cada una de las etapas del diagnóstico se aplicaron diversas herramientas y metodologías que fueron consistentes con el objetivo específico que se pretende en cada una de las mismas. En algunas, la comunidad de interés colaboró de forma proactiva y con la confianza de manifestar sus percepciones en cada una de las dinámicas colectivas que se realizaron. Algunas de las etapas del modelo de diagnóstico se combinaron, por la misma naturaleza de sincronización. A continuación se describe el desarrollo de cada una de las etapas de Diagnóstico.

1. Conformación del equipo

Con el acuerdo y la voluntad de los habitantes de la comunidad de San Pedro de Conchos, así como la motivación para participar en el proyecto, el comité para realizar el diagnóstico participativo se integró por estudiantes de las licenciaturas de ingeniería industrial y energías renovables del Instituto Tecnológico de Delicias, el comisariado ejidal de la comunidad en cuestión, y en términos generales toda la comunidad, dada la naturaleza incluyente del DP.

2. Recolección de información secundaria y primer acercamiento

Se llevó a cabo una búsqueda documental en medios electrónicos para identificar datos sociodemográficos, económicos y ambientales de la comunidad en páginas oficiales de gobierno, así como eventos descritos en noticieros. Se verificó dicha información a través de una entrevista dirigida al comisariado ejidal, en la cual se cruzaron los datos encontrados. Lo anterior permitió realizar una caracterización general preliminar y se identificaron los primeros temas de interés relacionados con las principales carencias e intereses de la comunidad.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, en la localidad de San Pedro de Conchos habitan 64 personas, de los cuales 39 son hombres y 25 mujeres (Imagen 3); el grado de escolaridad medio es de 5.05 años (4.53 en hombres y 5.78 en mujeres), y el índice de fecundidad es de 4.52 hijos por mujer (INEGI, 2010).

Con relación a los indicadores de rezago social, la comunidad se identifica como una de las localidades de mayor rezago dentro de su municipio. De acuerdo con el Informe Anual sobre la situación de Pobreza y Rezago Social, publicada por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2010), la comunidad de San Pedro presenta rezago en seis de los siete indicadores que este Consejo describe en sus informes: 43 personas de 15 años y más con educación básica incompleta, y 31 sin derechohabencia a servicios de salud; de las 33 viviendas que hay en la localidad, una cuenta con piso de tierra, cinco viviendas no disponen de excusado o sanitario, cinco no disponen de drenaje, 15 viviendas no cuentan con energía eléctrica.

Con la entrevista realizada al comisariado ejidal, se compararon los datos obtenidos de fuentes secundarias y se obtuvieron los tópicos preliminares de interés de la comunidad, así como sus problemáticas más apremiantes. La temática de mayor interés durante la entrevista fue con relación a la carencia de energía eléctrica interconectada a la red; algunas viviendas cuentan con una pequeña fotocelda que el gobierno municipal les proporcionó hace aproximadamente 18 años, sin embargo, ésta solo suministra la potencia para encender dos focos, por lo que es insuficiente para su quehacer diario, además, varias viviendas ya no cuentan con ésta.

Como se observa de lo anterior, la comunidad presenta condiciones de pobreza y vulnerabilidad. El hecho de no contar con los servicios básicos para llevar a cabo las labores o actividades diarias en sus propias viviendas, impacta en su calidad de vida y vulnera de forma significativa a las personas, pues se encuentran en condiciones desfavorables ante factores de riesgo tales como condiciones climáticas extremas.

3. Preparación técnica del equipo

Una vez que se analizó la caracterización general preliminar, se definieron los posibles ámbitos de interés para la comunidad, de acuerdo con las carencias colectivas identificadas en los datos y las propuestas por el comisariado ejidal. El equipo se capacitó en diversos tópicos para formular estrategias e instrumentos que permitieran recolectar información específica, de fuente directa en la comunidad.

4. Definición de instrumentos para el ejercicio del diagnóstico participativo

La selección de las herramientas e instrumentos fue acorde con la realidad del territorio y con los objetivos planteados, de acuerdo a las expectativas identificadas previamente. El equipo llevó a cabo recorridos territoriales para aplicar diversas herramientas e instrumentos: observación directa, censo comunitario, entrevistas, lluvia de ideas, mediciones técnicas de campo, identificación de tópicos ambientales (servicios ambientales, residuos, biota, agua), entre otros.

Primero, se realizó un censo comunitario para confrontar la información sociodemográfica de fuentes secundarias y para recolectar información del ámbito económico y ambiental en la comunidad (Imagen 1). Para describir de forma sintética los instrumentos o metodologías de medición que se aplicaron, se elaboró un formato en el que se describe el objetivo relacionado con cada instrumento, las conclusiones, así como las fuentes de información que sirvieron como referencia. La comunidad participó en la recolección de datos y en la medición de algunos parámetros relacionados con las distintas actividades realizadas en esta etapa. Las conclusiones de

esta etapa fueron de gran utilidad para afinar la dirección del diagnóstico pues se identificaron más necesidades y áreas de oportunidad en la comunidad.

5. Procesamiento y análisis de la información recolectada

La información recolectada se ordenó para proceder con su análisis. Se realizó un ejercicio de triangulación para confrontar con los datos de las etapas precedentes, incluyendo tanto datos cuantitativos como cualitativos. Se elaboraron planos de la comunidad, gráficas derivadas del censo comunitario que se aplicó, relatorías de las entrevistas que se realizaron de forma individual y grupal.

- **Censo Comunitario**

Como síntesis del Censo se destacan datos confiables relativos a la edad, género, estudios, situación laboral entre otros. La clasificación de la encuesta consistió en datos personales, educación, trabajo/ingresos, problemas sociales, medio ambiente y actividades económicas. San Pedro de Conchos cuenta con una población de 60 habitantes de los cuales 38 son hombres y 22 son mujeres, de los cuales siete son menores de edad, 33 adultos y más de 20 tienen 60 años o más. Los hogares con jefatura masculina son 18 y uno con femenina. En cuanto a la educación, tres personas no cuentan con estudios, 15 solo tienen educación primaria, uno secundaria y uno preparatoria.

Referente a los ingresos, 20 personas están buscando trabajo temporalmente. La mayor parte de la población no cuenta con un salario fijo, siete familias tienen ingresos de menos de 500 pesos, dos entre 500 y 700 del salario promedio semanal. Siete familias participan en alguna actividad comercial particular. El 72% de la comunidad se dedica a la agricultura, que es la principal actividad económica de la comunidad, sus principales productos agrícolas son el chile negro y maíz. El 40% de la población aprovecha además el servicio ambiental de la recolección del orégano silvestre, el 9% se dedica al comercio, el 15% es jornalero temporal.

La mayor parte de las viviendas no cuentan con servicio de drenaje, solo cuentan con fosa séptica; 16 cuentan con celda fotovoltaica, dichas celdas tienen un tiempo de duración entre 10 y 20 años, 14 poseen otra fuente eléctrica, como lámpara de pilas, diésel, acumulador, entre otros.

Los principales medios de transporte dentro de la comunidad: son la bicicleta, motocicleta y automóvil.

Las problemáticas que más destaca en la comunidad es la falta de energía eléctrica interconectada a la red pública. A criterio de los encuestados también destaca la falta de servicios públicos, 17 dijeron que la pobreza familiar, y 6 enfermedades. Además, 13 de los encuestados manifestó la falta de zonas verdes, y 6 encuestados opinaron que los residuos (quema de basura).

- **Planos de la localidad**

Algunos miembros del comité llevaron a cabo recorridos territoriales dentro de la comunidad para realizar mediciones de campo que les permitieran elaborar un plano de la distribución del territorio (Imagen 2). Esta parte fue fundamental, ya que sobre este plano se identificaron, en gran parte, las problemáticas y áreas de interés para la propuesta de sustentabilidad en la comunidad.

- **Análisis FODA**

Una vez que se aplicaron diversas herramientas y metodologías para recolectar información de fuentes primarias, tales como recorridos territoriales, entrevistas, mapeos, entre otras, el equipo

realizó un análisis FODAS, desde una perspectiva en la que convergieron las tres dimensiones del desarrollo sustentable (social, ambiental y económica), y considerando de forma empática la dinámica de la comunidad (Imagen 2).

6. Presentación de la información recolectada y validación del diagnóstico

Se llevó a cabo un taller participativo con la comunidad, en el que se validó la información y se realizaron consultas que condujeron a la jerarquización de prioridades congruentes con las necesidades colectivas sentidas. Se identificaron problemáticas recurrentes que permitieron refinar el interés y expectativas de la comunidad: falta de energía eléctrica, carencia de infraestructura conectiva, educación, marginación. Por otra parte, algunos tópicos fueron omitidos o de poco interés: confinamiento de los residuos, actividad colectiva de acuaponía, ganadería, entre otros.

7. Priorización de problemáticas

La comunidad participó de forma activa para proponer la jerarquización de las problemáticas detectadas (Imagen 3). En términos generales, las problemáticas y áreas de oportunidad fueron:

- Falta de energía eléctrica interconectada
- Insuficientes áreas verdes y de recreación
- Falta de infraestructura conectiva. Calles (caminos) no funcionales
- Falta de valor agregado de sus productos agrícolas
- Impacto por la basura depositada fuera del tiradero de residuos comunitario
- Ausencia de anuncio de identificación en la entrada de la comunidad

8. Levantamiento de datos para las alternativas de solución

El comité realizó mediciones en campo y búsqueda documental, como base para la estimación de los diversos parámetros relativos a cada una de las propuestas, según las problemáticas jerarquizadas: requerimientos de suministro de energía eléctrica, áreas sin infraestructura de conectividad, rendimiento de sus cosechas, mediciones de senderos o caminos, identificación de lugares potenciales para instalación de áreas verdes, entre otras.

9. Presentación de propuestas para la solución de las problemáticas detectadas

Una vez que se priorizaron los ámbitos de interés de la comunidad y se realizaron las mediciones correspondientes, se integraron las propuestas estrategias de solución con perspectiva sustentable (Tabla 1). Para cada tópico se estructuraron alternativas en las que se incluían desde sus objetivos hasta los costos. Se realizó una presentación dentro del mismo comité, para afinar detalles de sus propuestas; posteriormente se presentaron estas alternativas a los miembros de la comunidad, quienes de forma proactiva coadyuvaron en la elección de aquellas que, desde su percepción, resolverían de forma más acertada sus necesidades.

10-11. Definición de acciones e Indicadores

Para cada una de las actividades se definieron prioridades de acción, etapas del proyecto, asignación de recursos. La responsabilidad de las actividades se distribuyó de acuerdo a la especificación técnica que demanda cada una de las actividades del plan, integrándose también la disponibilidad de la comunidad para colaborar en la ejecución de las actividades.

El marco referencial del presente proyecto se fundamenta en la agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sustentable, por lo que se consideraron los indicadores propuestos por esta misma base referencial:

INDICADOR 1.4.1 Proporción de la población que vive en hogares con acceso a servicios básicos.

INDICADOR 7.1.1 Porcentaje de la población que tiene acceso a la electricidad.

INDICADOR 11.1.1 Proporción de la población que vive en barrios marginales, asentamientos improvisados o viviendas inadecuadas.

La propuesta de la problemática 4 (Tabla 1), también tiene un impacto en la mitigación del cambio climático, pues los árboles son sumideros de CO₂, por lo que se agrega el indicador de COBERTURA VEGETAL.

Conclusiones

La conducción del Diagnóstico Participativo brindó un espacio en el que confluyeron la voluntad, el aprendizaje experiencial, el trabajo de campo y la creatividad, bajo un proyecto de investigación Participativa. La integración de los miembros de la comunidad brindó la posibilidad para concretar un diagnóstico diferenciado que refleja el sentir colectivo sobre las necesidades, carencias y fortalezas que se presentan en la comunidad bajo estudio; a saber, la falta de energía eléctrica interconectada, la falta de vialidades funcionales, la ausencia de áreas verdes y su condición de pobreza y marginación.

El ejercicio para determinar las prioridades se enriqueció con la percepción y las expectativas de los hombres y las mujeres de la comunidad que participaron de forma activa en la identificación de las principales problemáticas y necesidades que aquejan a la colectividad, dando como resultado una jerarquización pertinente, fundamentada con datos objetivos recolectados en cada una de las etapas del Diagnóstico Participativo.

La participación de los estudiantes durante el proyecto coadyuvó en la formación de competencias genéricas de toma de decisiones, trabajo en equipo y enfoque sistémico. Además, dicho por ellos mismos, la participación compartida con los miembros de la comunidad les brindó una perspectiva de empatía que sirvió como base para la reflexión relacionada con la realidad regional que, antes del proyecto, era desconocida por ellos.

Tablas y figuras



Figura 1. Modelo de diagnóstico participativo (Red EAmérica, 2014).



Imagen 1. Aplicación de encuesta para el censo comunitario.

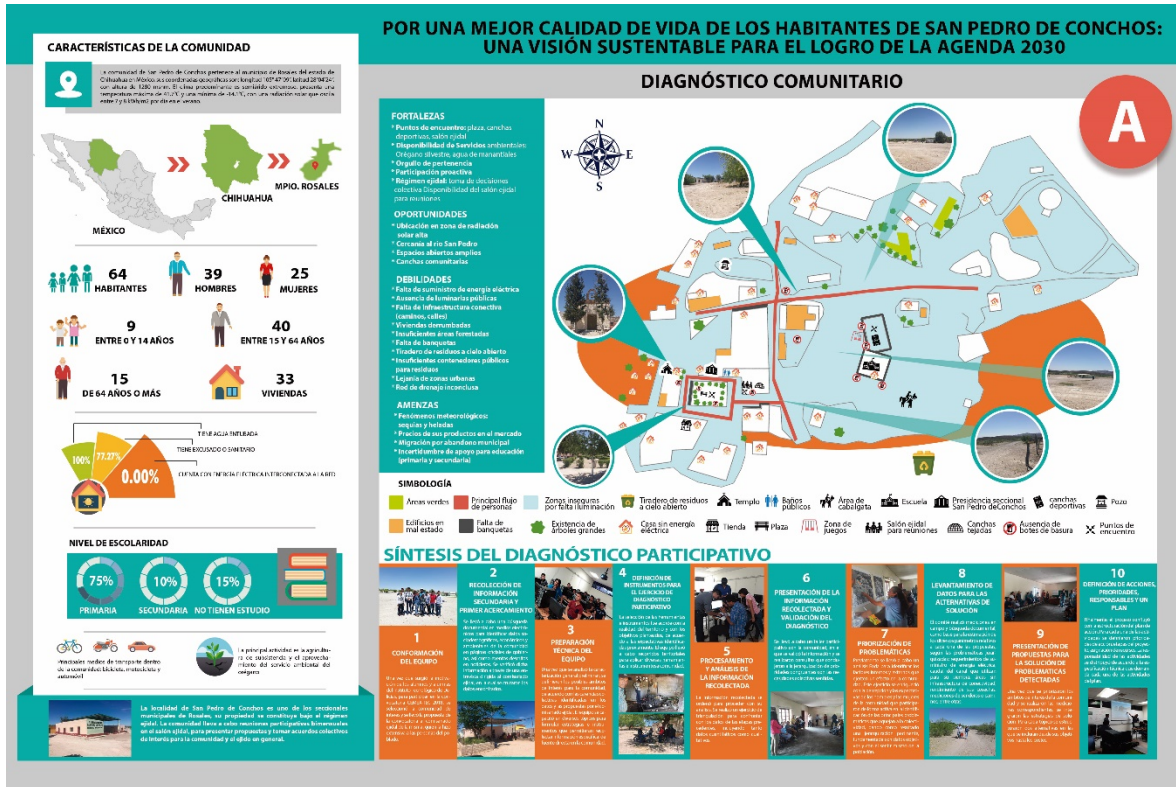


Imagen 2. Esquema sintético del análisis FODA durante el Diagnóstico Participativo.



Imagen 3. Participación comunitaria en la detección de problemáticas colectivas.

Tabla 1. Propuestas Sustentables para las principales problemáticas colectivas.

Problemática	Propuesta con perspectiva Sustentable	Objetivo
1. Falta de energía eléctrica interconectada	Se propone la instalación de Sistemas Fotovoltaicos Aislados (SFA) en cada una de las viviendas de la comunidad. Con algunos datos que se recolectaron en el Censo Comunitario y con las estimaciones de consumo de energía promedio de los aparatos electrodomésticos más básicos, se estimó que la demanda de potencia necesaria por vivienda es de, aproximadamente, 3.5 kWh/día.	Brindar a la comunidad de San Pedro de Conchos un aumento en la calidad de vida de sus habitantes con la implementación de un sistema fotovoltaico que otorgue energía eléctrica suficiente, desde una perspectiva sustentable y ecológica.
2. Falta de infraestructura conectiva	Se proponen operaciones de trazo, nombramiento, señalización, tratamiento de terracería, guarniciones de concreto en espacios necesarios. Específicamente, la propuesta consiste en la identificación y nombramiento de tres grandes calles, la calle San Pedro, Los Pozos y El Mezquital, y dos pequeñas calles de unión, una que une a la San Pedro con la plaza y otra que une Los Pozos y El mezquital y las calles que rodean a la plaza.	Trazar, limitar y señalar las calles para que los habitantes y visitantes de la comunidad tengan sentido de ubicación, transiten de manera cómoda y se mejore la estética de San Pedro, para contribuir a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.
3. Falta de áreas verdes	Forestar las mayores áreas vírgenes de vegetación de la comunidad con variedad de árboles caducifolios, perenes, frutales y plantas ornamentales en puntos clave de la zona, cumpliendo cada uno de estos una función específica a dónde se pretenden ser colocados. La propuesta incluye cuatro componentes de áreas verdes: Un huerto comunitario, Área verde recreativa, Glorieta y una Cordillera de árboles.	Instalar áreas verdes en la localidad de San Pedro de Conchos, con variedad de árboles caducifolios, perenes y frutales, que permitan una mejor comodidad de temperatura a los habitantes de la comunidad, mejorando su calidad de vida.
4. Falta de Ingresos (Pobreza)	Con la colaboración de Asociaciones y de FICOSEC, se propone una capacitación integral a la comunidad, con el objetivo de desarrollar capacidades que les permitan agregar valor a los productos agrícolas del orégano silvestre y el chile negro de San Pedro de Conchos.	Agregar valor a los productos agrícolas generados en la comunidad para comercializarlos bajo un esquema integral que propicie mayores beneficios colectivos.

Referencias

- Aguirre, A., Traver, J. A. y Moliner, L. (2012). La escuela incluida: dinamizando la participación escolar en la comunidad mediante diagnóstico social participativo. *Edetania*, Vol. 41, 57-69.
- Castro, P., Alarcón M., Cavieres, H., Contreras, P. (2007). Diagnóstico participativo como herramienta metodológica en la asesoría educativa. *REICE: Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, Vol. 5, Núm. 5, 163-171.
- Del Corral, V.H. y Rodríguez, J. (2015). Desarrollo turístico de Pastaza: Diagnóstico estratégico participativo ponderado. *ABET: Anais Brasileiros de Estudos Turísticos*, Vol. 5, Núm. 2, 35- 41.
- Fehling, M., Nelson, B. y Venkatapuram, S. (2013). Limitations of the Millennium Development Goals: a literature review. *Global Public Health*, Vol. 8, Num. 10, 1109-1122.
- INEGI, 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 15 de febrero de 2018 de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/scitel/Default?ev=5>
- Martínez, A., Palací, J. y Sanchiz, D. (2016). Herramientas para el fomento de la sostenibilidad integrada y el diagnóstico local participativo. *Desarrollo local sostenible y empleo verde*, Vol. 7, 93-120.
- Martínez, E. S., Ortega, M. E., Infante, J. M. y Puente, J.C. (2014). El referente de la pobreza en el discurso de la ONU sobre el desarrollo sostenible. *Convergencia revista de ciencias sociales*, (66), 203-228.
- NU Asamblea General (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas. A/70/L.1 (18 de septiembre de 2015), disponible en: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/L.1&Lang=S
- Red EAmérica (2014). Guía de diagnóstico participativos y desarrollo base. Corporación Red EAmérica, Bogotá, Colombia.
- Rodríguez, J. (2008). Los Objetivos de Milenio y el Desarrollo Sostenible. *Ánfora*, 15(25), 247-261.
- Sachs, J. D. (2012). From Millenium Development Goals to Sustainable Development Goals. *The Lancet*, Vol. 379, 2206-2211.
- Unterhalter, E. (2005). Global inequality, capabilities, social justice: The millennium development goal for gender equality in education. *International Journal of Educational Development*, Vol. 25, Num. 2, 111-122.
- Urales, M. (2015). Agenda 2030. Lomas de Chapultepec, México, D.F. Organización de las Naciones Unidas. Recuperado de: <http://www.onu.org.mx/agenda-2030/>

Diseño y desarrollo de dispositivo para evaluar el rendimiento energético real de paneles solares

Gustavo Alberto Rivas Rodríguez^a

garivasr@itchihuahua.edu.mx

Mabel Alejandra González Chávez^a

magonzalezc@itchihuahua.edu.mx

Arturo Morales Benavides^a

amoralesb@itchihuahua.edu.mx

Dinorah Albigaldi Ramos Gutiérrez^a

albigaldi@hotmail.com

Alejandro Ávila Delgado^a

aavila@itchihuahua.edu.mx

^a Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Chihuahua
Ave. Tecnológico #2909, Chihuahua, Chih. México, CP 31310
Temática general: Sustentabilidad y Medio Ambiente

Resumen

El presente trabajo tiene la finalidad de desarrollar un dispositivo para la comprensión del impacto que tienen los factores de inclinación y orientación en los paneles solares, el cual sea capaz de ajustarse de manera sencilla a distintos valores de estos factores, además de contar con la movilidad suficiente para la experimentación en distintas locaciones, para así realizar mediciones de diferencia de potencial, intensidad de corriente e iluminación a los que se someten los paneles, con el objetivo de evaluar y determinar los casos óptimos reales con fundamentos empíricos de entre distintos casos de inclinación y orientación. La metodología usada fue de carácter experimental, con la construcción de un dispositivo con el cual se permitiera modificar en distintas locaciones propuestas, las variables de inclinación con respecto a la horizontal, y la orientación en distintas direcciones de un panel solar. Con el dispositivo se logra de manera apropiada realizar mediciones, que permiten determinar el comportamiento y el impacto que generan los distintos casos de inclinación y orientación planteados en los paneles solar ubicados en el Instituto Tecnológico de Chihuahua.

Palabras clave: sistema fotovoltaico, panel solar, eficiencia, inclinación, orientación.

Abstract

The aim of this work is to develop a device for the comprehension of the impact that the factors of tilt and orientation cause on solar panels. A device that could be adjusted with ease into different values of this factors, besides counting with the enough mobility in order to do experimentation on different locations. Allowing the measurement of the potential difference, the electric current and the lightning that solar panels experiment in that specific location, aiming to evaluate the data in order to select with experimental background the real optimum case between a series of possible values of tilt and orientation. The methodology of the work was experimental, with a built device

that would allow the adjusting of the tilt angle formed from the horizontal plane, and the orientation into different directions of a solar panel, which could be located in different areas. The device allows an appropriate measurement, in order to specify the behavior and the impact the different suggested values of tilt and orientation cause in solar panels that were located on the Instituto Tecnológico de Chihuahua.

Key words: photovoltaic system, solar panel, efficiency, tilt, orientation.

Introducción

El uso de energías renovables y limpias para el cuidado y mejora del medio ambiente se ha visto en auge como una alternativa para disminuir el uso del recurso petrolífero. Siendo la energía solar una alternativa muy atractiva y una de las de mayor relevancia debido a su gran alcance y disponibilidad, particularmente en el caso de Chihuahua, por ser uno de los estados con mayor irradiación y un gran potencial debido a su extensión territorial disponible para la instalación de sistemas fotovoltaicos. Actualmente la energía solar ha alcanzado un acceso más comercial al público en general, de tal manera que en México a pesar de contar con muy poca presencia de estos sistemas en el aspecto civil, con un aproximado de 0.5 % de hogares con paneles solares (INEGI, 2015).

El uso de esta energía en hogares se encuentra en crecimiento gracias a que cada vez se puede contar con una mayor accesibilidad de esta tecnología. Por esta razón se vuelve indispensable dar a conocer la importancia de una adecuada instalación del panel solar, para el máximo aprovechamiento de estos mismos.

Desarrollo

Justificación

Durante la instalación de un sistema fotovoltaico, dos de los factores críticos para el funcionamiento óptimo son la ubicación y orientación de los paneles. Existen diversos factores a considerar para una instalación adecuada de un panel solar, la identificación de lugares donde no existan sombras que obstruyan la superficie del panel a lo largo de su vida útil, la inclinación para captar los rayos del sol de manera directa, una orientación que capte todo el trayecto del sol. Sin embargo, existe una variedad de criterios para estos factores según las consideraciones de cada autor, lo cual dificulta la selección de un criterio adecuado para la orientación e inclinación del panel deseada.

Usando como referencia la ciudad de Chihuahua, un criterio básico a seguir según el autor Michael Boxwell es el de orientar el panel solar en dirección sur, debido a que la ciudad se encuentra en el hemisferio Norte (Boxwell, 2017); sin embargo, por cuestiones estéticas y de facilidad de instalación, los paneles son comúnmente instalados según la orientación e inclinación del tejado, sacrificando parte la captación de energía solar. Aunque en algunos casos se logra captar suficiente energía para las necesidades dadas, en realidad no se está aprovechando al máximo las capacidades del panel y puede resultar que a largo plazo la producción de energía eléctrica por medio de paneles solares correctamente ubicados y orientados sea en comparación mayor.

Con este trabajo se da a conocer cómo se puede comprender y evaluar la importancia de la inclinación y orientación con el diseño y desarrollo de un dispositivo móvil y adaptable a distintos valores de los factores antes mencionados, que permita realizar mediciones reales en los lugares establecidos, en busca de optimizar la eficiencia de un panel solar por medio de la evaluación y

selección de valores obtenidos de la comparativa de mediciones en voltaje, amperaje e iluminación reales de entre distintos casos de orientación e inclinación.

Marco teórico

Historia

Desde la antigüedad se ha hecho uso de la energía solar mediante tecnologías pasivas como la orientación de edificios al sol o el aprovechamiento de materiales con propiedades favorables para la dispersión de luz, hasta que un hecho imprescindible en la historia de la energía solar comenzó con el desarrollo de tecnologías activas cuando en 1767, el físico Horace Benedict de Saussure, en Suiza, inventó lo que él mismo definió como Caja Caliente. Su inventó consistía en el máximo aprovechamiento de la radiación solar utilizando una caja con cinco cajas de vidrio una dentro de la otra, con una capa de aislante en ellas, y su interior pintado de negro exceptuando la cara acristalada. La caja lograba retener el calor en su interior y se definió que la temperatura se alzaba hasta 108°, siendo considerado como el primer colector solar de la historia.

Otro físico que contribuyó a la investigación de la energía solar, fue Alexandre Edmond Becquerel en 1939 en Francia, descubriendo el efecto fotovoltaico, el cual consiste en transformar la luz en electricidad por medio de un semiconductor y una celda electrolítica. Contribuyendo con el descubrimiento del efecto fotovoltaico, el profesor de filosofía en ciencias naturales William Grylls con la ayuda de uno de sus estudiantes, Richard Evans Day lograron demostrar el efecto con una eficiencia muy pequeña. Años después, Charles Fritts en 1883 creó un dispositivo que alcanzaba hasta un 1% de eficiencia.

Siendo esto, un antecedente para que en 1887, el físico alemán Heinrich Hertz descubriera que los electrones generan una emisión después de haber sido absorbida luz en un material, llamándose efecto fotoeléctrico.

Para el año 1905, Albert Einstein publica un artículo donde se explica este fenómeno, argumentando que la energía luminosa es transportada por medio de paquetes de energía conocidos como fotones. Trece años después de la publicación del artículo que mencionaba que los paquetes de energía estaban formados por frecuencia de luz, el químico Jan Czochralski desarrolla una metodología para generar materiales altamente cristalinos de una calidad superior. Dicha metodología es hasta a la actualidad utilizada para la generación de silicón monocristalino, usado para la creación de un tipo de celdas solares.

En 1954, Gerald L. Pearson, Daryl M. Chapin y Calvin S. Fuller desarrollaron la primera celda solar en Estados Unidos en los laboratorios Bell. Esta celda lograba superar las eficiencias hasta ése entonces obtenidas, llegando a un 6% de eficiencia y con eso países como Rusia, Italia y China comenzaron a lanzar proyectos e investigaciones para el aprovechamiento de la energía solar por medio de paneles solares.

Al día de hoy la energía solar se vuelve una alternativa muy atractiva para países, con alta incidencia solar, que además, cuentan con gran extensión. Algunos países han aprovechado sus vastos territorios para la construcción de parques solares, los cuales son sistemas fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en masa, uno de los parques solares más grandes del mundo es el parque solar “Solar Star” que se observa en la figura a continuación.



Figura 1.1 Parque solar “Solar Star” ubicado en California con una capacidad de 579 MW. Fuente: (BHE Solar, 2018).

Energía solar

El sol, tiene un comportamiento de cuerpo negro a una temperatura media de 5777°K , tiene en su núcleo fusiones termonucleares que emiten energía en forma de ondas electromagnéticas de alta frecuencia.

La radiación emitida de la superficie del sol por medio de ondas varían en cuanto a longitudes, frecuencias y con ello la energía a transmitir. Según Mazria (1979), del total de energía interceptada por la Tierra, incluyendo la energía que absorbe la atmósfera, el 35% se refleja al espacio. Las condiciones, permiten que la radiación alcance un valor de $1.367\text{kW}/\text{m}^2$ por lo que la concentración de la energía es óptima para su aprovechamiento así como la determinación de la cantidad de radiación por la longitud de la atmósfera que debe pasar (figura 1.2).

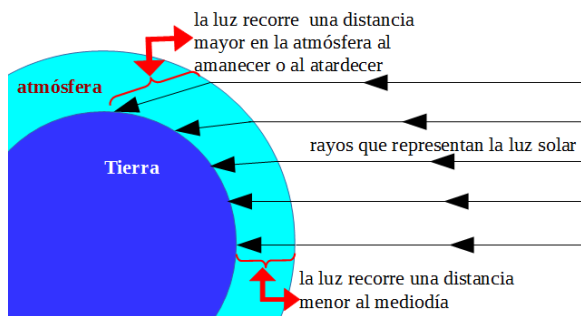


Figura 1.2 Radiación solar de acuerdo a la longitud entre atmósfera y la Tierra. Fuente:(Aulas Uruguay Educa).

El aprovechamiento de la energía se logra por vía térmica, termoeléctrica o fotovoltaica. Para la obtención de energía termoeléctrica es necesaria la concentración óptica, es decir, concentrar mayores temperaturas para poder captar más. Existen concentradores cilíndricos parabólicos, reflectores Fresnel, cilindros cerrados, centrales y discos Stirling. La energía térmica consiste en tecnologías pasivas en las cuales por medio de diseño se aprovecha la radiación sin la conversión de un tipo de energía a otra.

Luz visible al ser el 46% de la energía total emitida por el sol, se aprovecha de manera fotovoltaica por los fotones, siendo de gran trascendencia para la generación de electricidad por medio de paneles solares.

Panel solar

La esencia de un sistema fotovoltaico es el panel solar, los cuales generan electricidad por medio de la energía del sol (figura 1.3). A mayor energía incidente del sol se genera mayor energía eléctrica, aunque también son capaces de generar energía bajo la sombra. Los paneles están compuestos por celdas solares, las cuales producen aproximadamente medio volt, así que para aumentar este valor, varias celdas se conectan entre sí. En el mercado se encuentran comúnmente paneles de 12 y 24 volts (Smets, Jäger, Isabella, Van Swaaij, & Zeman, 2016).



Figura 1.3 Ejemplo de una instalación fotovoltaica adaptada al tejado disponible. Fuente: (Bernton, 2015).

La generación de energía eléctrica por medio de sistemas fotovoltaicos se ha vuelto de gran interés por su disponibilidad en el mercado y a su gran aporte al cuidado del medio ambiente. Los sistemas fotovoltaicos tienen la flexibilidad de permitir al usuario instalar sistemas autónomos (figura 1.4) que sustenten al hogar sin necesidad de otra fuente de energía, gracias al uso de baterías especializadas para el almacenaje de la energía no consumida al instante, permitiendo su uso en momentos donde no se genera la energía suficiente, como en las noches, días nublados, días de lluvia, etc.

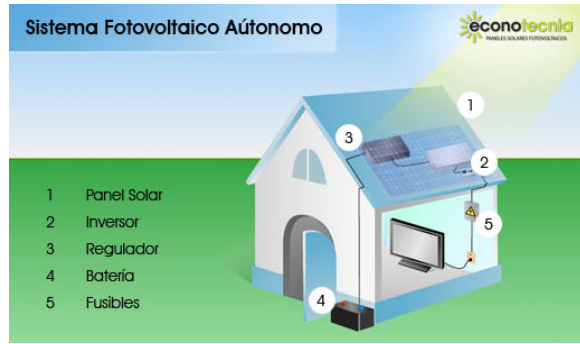


Figura 1.4 Sistema fotovoltaico autónomo. Fuente: (econotecnía, 2014).

Por otro lado se pueden instalar sistemas conectados a la red eléctrica (figura 1.5) como un sistema de generación primario, que cuando se vuelve insuficiente, se tiene la opción de recurrir a la red eléctrica para satisfacer las necesidades, disminuyendo así el consumo de energía de la red.

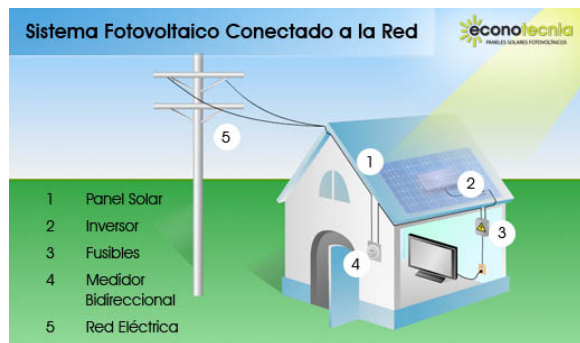


Figura 1.5 Sistema fotovoltaico interconectado a la red eléctrica. Fuente: (econotecnía, 2014).

Efecto fotoeléctrico

Las celdas solares están hechas de dos tipos de materiales semiconductores, uno con carga positiva llamado tipo p , y otro con carga negativa, llamado tipo n como se indica en la figura 1.6. El principio fotoeléctrico consiste en un material que al ser sometido a la radiación solar, los fotones dentro de esta radiación, causan que los electrones se liberen, dejando un hueco que a su vez será llenado por otro electrón, que al ser sometido por más fotones dejarán otro hueco, repitiendo el ciclo.

Dentro de una celda, se utiliza este principio para la generación de un voltaje, la radiación solar genera que los electrones libres viajen del material semiconductor tipo n , al semiconductor tipo p , llenando uno de los huecos dentro de éste. Durante este proceso se genera una diferencia de potencial con cierta corriente eléctrica, produciendo un flujo de electricidad.

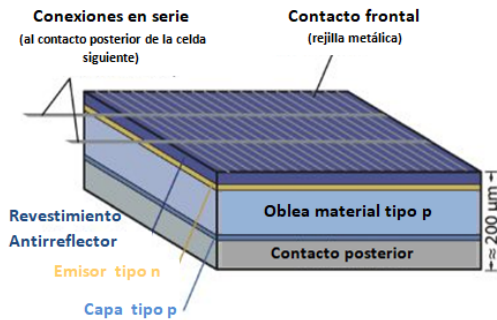


Figura 1.6 Componentes de una celda solar. Fuente: (Smets, Jäger, Isabella, Van Swaaij, & Zeman, 2016).

Coordenadas Geográficas

Para referenciar cualquier punto de la superficie terrestre se utiliza el sistema de coordenadas geográficas, que consiste de dos coordenadas angulares, latitud y longitud (figura 1.7).

La latitud indica la localización en las dirección Norte o Sur, utilizando como referencia el ecuador definido con los 0° , y una variación de 90°N para el polo Norte y 90°S para el polo sur en dirección opuesta.

La longitud es el parámetro que define la posición en dirección Este u Oeste, utilizando de referencia el meridiano de Greenwich como ángulo 0° .

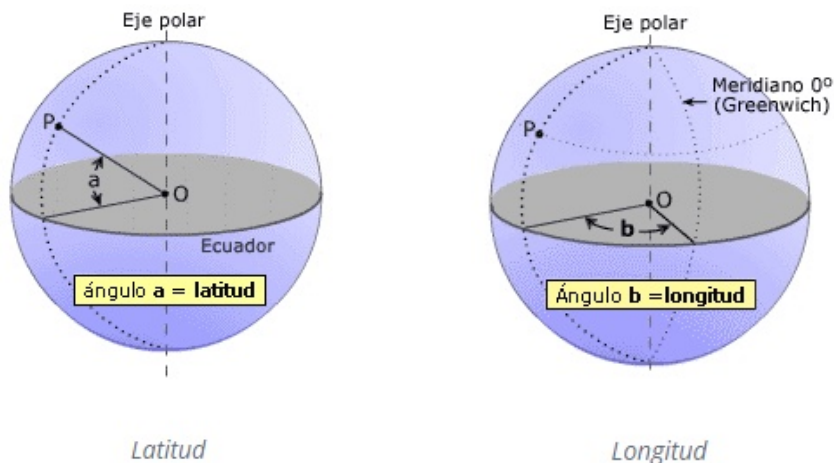


Figura 1.7a) Representación de la medición de latitud. b) Representación de la medición de longitud. Fuente: (ARISTASUR, 2012).

Inclinación

La inclinación es un factor determinante en la captación de energía solar de un panel, cuando estos se pueden ubicar de manera horizontal en la superficie, para una mayor eficiencia este se debe colocar en dirección perpendicular a los rayos del sol.

Sin embargo, el panel se suele ajustar a la forma del tejado, pero es necesario saber que para cada locación existe un ángulo adecuado para la mayor captación de energía solar (figura) y por ende, generación de energía eléctrica, aunque existen otros factores que pueden afectar el resultado como los distintos rayos incidentes (figura 1.8).

Ya que la inclinación del panel depende directamente de la posición del sol, hay que tomar en cuenta que este valor variará a lo largo del año. Aunque preferiblemente se debe de ajustar los paneles solares cada mes, hay que tomar en cuenta que en algunos casos esto no es posible, así que se debe calcular la posición adecuada para mayor eficiencia a lo largo del año.

Un criterio sugerido “Inclinación = $90^\circ - \text{latitud}$ ”, fórmula para calcular el valor de inclinación con respecto a la vertical para mayor eficiencia a lo largo del año (Boxwell, 2017).

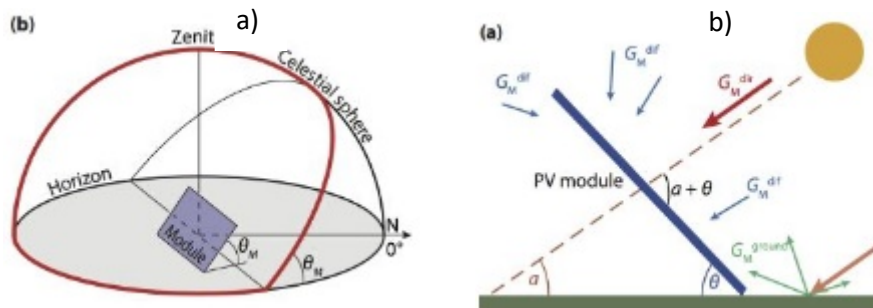


Figura 1.8a) Módulo de inclinación y b) Módulo de incidencia para un panel solar. Fuente: (Smets, Jäger, Isabella, Van Swaaij, & Zeman, 2016).

Orientación

Para la orientación del panel, este valor depende de la posición según el hemisferio en que nos encontremos, ya que el recorrido del sol se define de este a oeste, se recomienda que según hemisferio en que se vaya a instalar el panel, este se oriente en dirección Norte o Sur, posición donde se logra captar el trayecto del sol a lo largo de todo el día (Boxwell, 2017).

Debido al movimiento del sol con el paso de las horas, existen sistemas móviles que se ajustan al trayecto recorrido funcionando como un “girasol”, aumentando la eficiencia haciendo uso de la energía íntegra. Contrario a los sistemas fijos ya que generan pérdidas por no captar la mayor cantidad posible de radiación directa en todo el panel (figura 1.9).

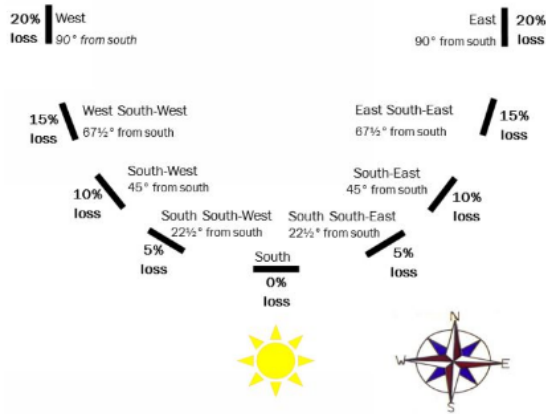


Figura 1.9 Pérdidas en un panel fijo ubicado en el hemisferio Norte, orientado en distintas direcciones (Boxwell, 2017).

Chihuahua como productor de energía solar

La irradiación del sol no es la misma en cada parte del planeta, pues existen áreas en las que las condiciones geográficas favorecen las aplicaciones solares, véase figura 1.10. Entre 15°N y 35°N se encuentra el rango con regiones semiáridas que se caracterizan por recibir la mayor cantidad de radiación solar. Estas regiones, se identifican por pocas lluvias al año y escasa nubosidad.

Gran parte del territorio mexicano está dentro de la región de máxima radiación, entre 14° y 33°N y las longitudes de 86° y 119°W., haciéndole uno de los países con un gran potencial para el uso de la tecnología y desarrollo fotovoltaico. (SENER, 2013)

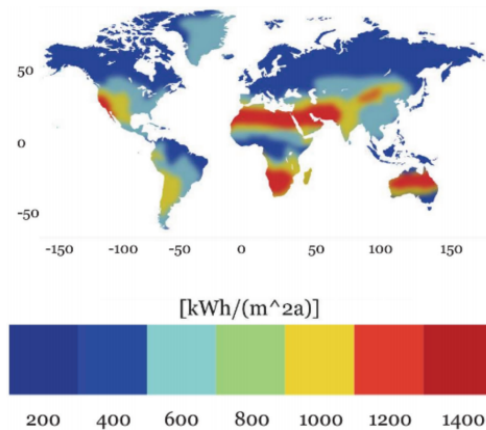


Figura 1.10 Mapa global de la radiación solar incidente. (Romero-Hernandez, Duarte Rodríguez-Granada, Romero-Hernandez, & Wood, 2012)

En la frontera de México con Estados Unidos, hay seis estados que se caracterizan por su región desértica y alta radiación solar (figura 1.11). Chihuahua, el estado con mayor extensión territorial del país, es uno de ellos. Es reconocido como uno de los lugares con mayor radiación a nivel mundial y recientemente las empresas y hogares han estado proyectando interés en la utilización

de paneles solares para disminuir gastos de energía eléctrica y contaminación, siendo empresas socialmente responsables.

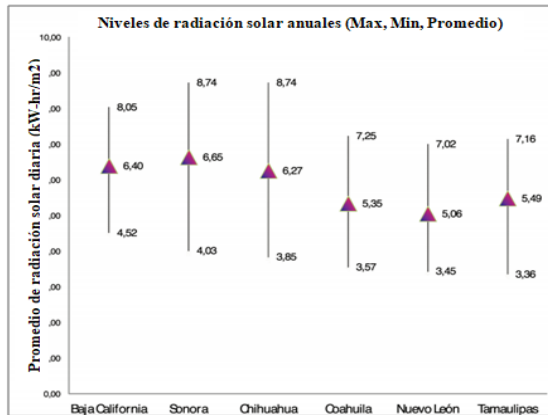


Figura 1.11 Nivel de radiación en los estados fronterizos de México. Fuente: (Romero-Hernandez, Duarte Rodríguez-Granada, Romero-Hernandez, & Wood, 2012)

Aún cuando hay un avance significativo en la instalación de paneles solares, la falta de conocimiento de los técnicos que instalan los paneles, las legislaciones deficientes ante el procedimiento de operación que no consiguen el estándar de calidad y la falta de mantenimiento, son obstáculos que retrasan el potencial tecnológico y ambiental que se podría alcanzar. (Romero-Hernandez, Duarte Rodríguez-Granada, Romero-Hernandez, & Wood, 2012)

Metodología

Con el objetivo de poder medir la eficiencia de alguna ubicación de la absorción de energía solar de un panel solar monocristalino sometido a distintos casos de inclinación, orientación e iluminación, se diseñaron bases para los paneles solares, los cuales se pudiera ajustar a distintas inclinaciones por medio de soportes que serían ensamblados en un marco de sujeción para el panel permitiendo su ensamble y desensamble como se aprecia en la figura 2.1, además de contar con un sistema de movilidad por ruedas para orientar el panel a distintas direcciones.

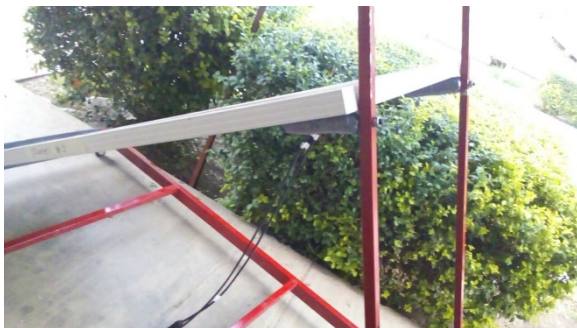


Figura 2.1 Marco y soportes para el ajuste de inclinación. Fuente: Propia.

Esta base fue construida con el apoyo del equipo e instalaciones de la Unidad de Desarrollo y Aplicación de Proyectos (UDAP) dentro del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Chihuahua. Como se aprecia en la figura (2.2).

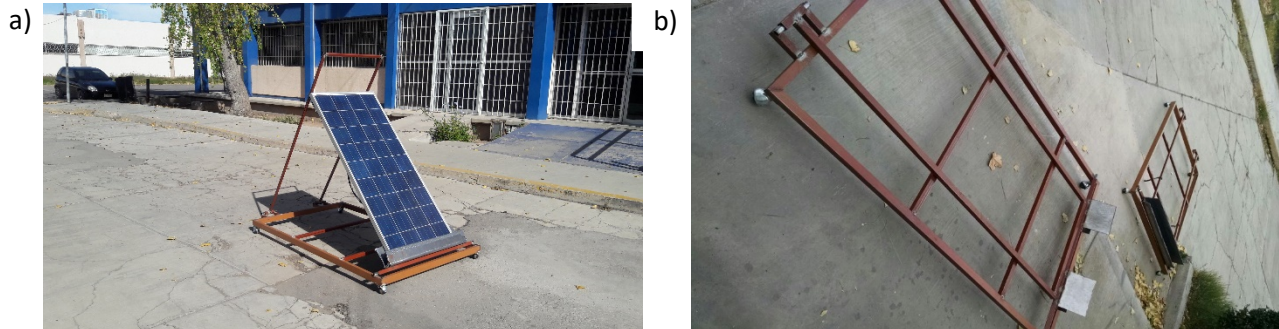


Figura 2.2 a) Panel montado en base adaptable a distintas inclinaciones y orientaciones. b) Base plegada para un fácil almacenamiento. Fuente: Propia.

Para efectos de medición se utilizó un multímetro para medir la diferencia de potencial y la intensidad de corriente, además de un luxómetro para la medición de la iluminación, permitiendo la medición al instante, ambos dispositivos fueron montados en el dispositivo sin que obstruyeran la captación del panel (figura 2.3).



Figura 2.3 Sistema de medición de un panel solar a 40° de inclinación. Fuente: Propia.

Conociendo las limitaciones en distintos casos para el ajuste de los paneles, se decidió efectuar la medición considerando los paneles como fijos, sugiriendo valores de inclinación tomando como referencia diferentes criterios disponibles para el público sugeridos en libros, en línea [1] (Landau, 2017), y otros disponibles en aplicaciones para teléfono (figura 2.4 y figura 2.5). Para dichos cálculos se requirieron las coordenadas de del Instituto Tecnológico de Chihuahua obtenidas mediante GPS, Latitud: - 28.6620491; Longitud: -106.0810353.

$$\theta = (0.76 * 28.6) + 3.1^{\circ} \quad [1]$$

$$\theta = 24.836^{\circ}$$

Figura 2.4 Ángulo óptimo obtenido de la aplicación “Optimum Tilt Angle For Solar PV Panel”.

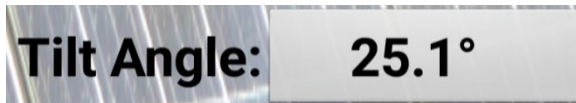


Figura 2.5 Ángulo óptimo obtenido por la aplicación “Solar Tilt”.

Para la determinación de los valores de inclinación a medir se decidió agregar una variación al valor calculado, tomando un valor superior, y un valor inferior, con la intención de recrear un caso con ciertas limitaciones al momento de la instalación de un sistema fotovoltaico, estos valores sugeridos fueron de 20° siendo este el más cercano a los sugeridos, y uno de 40° para delimitar un margen lo suficientemente grande para demostrar variación en los resultados; de igual manera, se sugirió un ángulo de 0° para lo que representaría un techo de tipo plano (sin ninguna inclinación). Con respecto a la orientación del panel, se sugirió realizar tres mediciones, el del caso óptimo, orientando el panel en dirección sur debido a nuestra posición en el hemisferio norte, una segunda en dirección sur-este, y una tercera en dirección sur-oeste, simulando el caso donde el panel se instala en un tejado que apunta en la misma dirección.

Para la ubicación del sistema de medición, se analizaron distintas zonas con espacios suficientemente abiertos para evitar obstrucciones a cualquier hora durante la medición.

Se seleccionaron horarios donde la radiación solar creara un efecto notorio con respecto a la inclinación y a la orientación.

Los paneles solares monocristalinos utilizados para las mediciones diferían en dimensiones y en cuanto a características (véanse tablas 2.1, 2.2 y 2.3); rígido grande, rígido chico y panel flexible; el primer panel de 1.47m x .66m, el segundo 1.66m x .99m y el tercero de 1.17m x .54m.

Se conectaron las puntas del multímetro a la a las terminales de cada panel y se midió el amperaje con una resistencia en la corriente suministrada, también se midió la cantidad de luz solar que estaba recibiendo cada panel.

Características eléctricas			
Potencia nominal	Pmp	135	W

Potencia máxima	Pmp Max	141.7	W
Potencia mínima	Pmp Min	128.2	W
Voltaje a plena carga	Vmp	18.6	V
Corriente a plena carga	Imp	7.3	A
Voltaje a circuito abierto	Voc	22.2	V
Corriente en corto circuito	Isc	7.7	A

Tabla 2.1 Características del panel N°2.

Características eléctricas			
Potencia nominal	Pmp	250	W
Voltaje a plena carga	Vmp	31.73	V
Corriente a plena carga	Imp	7.88	A
Voltaje a circuito abierto	Voc	37.58	V
Corriente en corto circuito	Isc	8.49	A

Tabla 2.2 Características del panel N°4.

Características eléctricas			
Potencia nominal	Pmp	120	W
Voltaje a plena carga	Vmp	18	V
Corriente a plena carga	Imp	6.7	A
Voltaje a circuito abierto	Voc	23	V
Corriente en corto circuito	Isc	5.52	A

Tabla 2.3 Características del panel N°6.

Resultados

Los paneles solares una vez montados en el dispositivo junto al sistema de medición, fueron ajustados a cada valor modificando de manera continua la inclinación y orientación, para realizar el registro de mediciones al instante.

Panel N°2		Fecha: 17 de Abril de 2017			
Orientación	Inclinación	Hora	V	Amp	Klux
SUR	0°	10:37	19.9	4.74	73.8
	20°	10:36	19.9	4.86	72.6
	40°	10:35	19.8	4.29	65.1
SUR ESTE	0°	10:38	19.9	4.55	75.5
	20°	10:39	20	5.43	84.5
	40°	10:40	20	5.94	87.3
SUR OESTE	0°	10:42	20	5.07	75.3
	20°	10:41	19.8	4.23	65.1
	40°	10:41	19.2	2.5	44.2

Tabla 4.1 Mediciones del panel N°2, con dimensiones de 1.47m x .66m.

Panel N°4		Fecha: 17 de Abril de 2017			
Orientación	Inclinación	Hora	V	Amp	Klux
SUR	0°	10:13	34.3	1.31	69.8
	20°	10:12	39.6	5.76	67.2
	40°	10:11	33.6	5.12	60.1
SUR ESTE	0°	10:25	33.5	6.85	73.7
	20°	10:24	33.8	8.05	85.3
	40°	10:23	34.1	8.44	88
SUR OESTE	0°	10:20	34.3	6.46	69.5
	20°	10:21	33.2	4.76	58.5
	40°	10:22	32.4	3.15	41.4

Tabla 4.2 Mediciones del panel N°4, con dimensiones de 1.66m x .99m.

Panel N°6		Fecha: 17 de Abril de 2017			
Orientación	Inclinación	Hora	V	Amp	Klux
SUR	0°	10:31	21.3	4.78	69.8
	20°	10:30	21.4	4.68	67.2
	40°	10:30	21.3	4.12	60.1
SUR ESTE	0°	10:26	22.4	4.63	73.7
	20°	10:27	22.1	5.43	85.3
	40°	10:28	22.1	5.83	88

SUR OESTE	0°	10:32	21.3	4.73	69.5
	20°	10:33	20.9	3.76	58.5
	40°	10:34	20.4	2.51	41.4

Tabla 4.3 Mediciones del panel N°6, con dimensiones de 1.17m x .54m.

Con los resultados obtenidos y registrados en las tablas 4.1, 4.2 y 4.3 podemos observar que en la mayoría de los casos, la inclinación de 20° y 40° suponen un incremento en los valores medidos con respecto a la inclinación de 0°, indicando una variación para la producción de energía eléctrica. En los casos de 20° y 40° podemos observar un comportamiento semejante pudiéndose atribuir al poco rango de diferencia entre ellos, siendo que durante las horas de mediciones, estos logran captar una gran cantidad de rayos solares independientemente de su diferencia en inclinación.

El criterio para paneles fijos en el hemisferio Norte ubica los paneles en dirección Sur, aunque se logra observar que en ciertas horas otra dirección es la óptima, existe un comportamiento constante con respecto a los paneles orientados al Sur.

Conclusiones

El dispositivo permitió de manera fácil y clara observar por medio de los resultados obtenidos el comportamiento real en la generación de energía de los paneles solares a distintos casos de inclinación y orientación, resultando un dispositivo flexible a la hora de ajustar los paneles solares a nuevos valores sugeridos en esta y futuras investigaciones. Contando además con la facilidad de transporte, permitiendo ser ubicado en distintas locaciones, logrando determinar el comportamiento del panel solar dentro de la ubicación donde se realiza la experimentación. Calidad que permite mediante la comparativa de mediciones en voltaje, amperaje e iluminación, evaluar de entre diversos casos los mejores resultados para la optimización de la eficiencia en la absorción de energía solar de cualquier proyecto relacionado a paneles solares. Contemplando el alcance del dispositivo se indaga la posibilidad de mejoras futuras para una evaluación más precisa de la eficiencia en la producción de energía de paneles solares en zonas propuestas para proyectos.

Referencias

ARISTASUR. (28 de Septiembre de 2012). Obtenido de SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LONGITUD Y LATITUD: <https://www.aristasur.com/contenido/sistema-de-coordenadas-geograficas-longitud-y-latitud>

Aulas Uruguay Educa. (s.f.). *Ciencias Físicas*. Recuperado el Septiembre de 2018, de Dispersión de la luz y el color de las cosas.: <http://aulas.uruguayeduca.edu.uy/mod/book/view.php?id=30055&chapterid=7817><https://www.mptsolar.com/es/orientacion-inclinacion-paneles-solares.html>

Bernton, H. (14 de Febrero de 2015). Fight heats up between solar-leasing companies, Legislature. *The Seattle Times*.

BHE Solar. (2018). *Projects*. Obtenido de Solar Star Project: https://www.bherenewables.com/solarstar_solar.aspx

Boxwell, M. (2017). *Solar Electricity Handbook: A Simple, Practical Guide to Solar Energy - Designing and Installing Solar Photovoltaic Systems*. Coventry, United Kingdom: Greenstream Publishing.

- econotecnia. (2014). Obtenido de Sistema fotovoltaico conectado a la red: <http://www.econotecnia.com/sistema-solar-conectado-a-la-red.html>
- econotecnia. (2014). Obtenido de Sistema autónomo de energía fotovoltaica: <http://www.econotecnia.com/sistema-solar-autonomo.html>
- INEGI. (2015). *Encuesta Intercensal 2015*. Obtenido de Porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de panel solar para tener electricidad: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/>
- Landau, C. R. (2017). Obtenido de Optimum Tilt of Solar Panels: <https://www.solarpaneltilt.com/>
- Mazria, E. (1979). *The Passive Solar Energy Book: A Complete Guide to Passive Solar Home, Greenhouse and Building Design*. Rodale Pr.
- Oviedo-Salazar, J., Badii, M., & Guillen, A. &. (2015). Historia y Uso de Energías Renovables. *International Journal of Good Conscience.*, 1-18.
- Pareja Aparicio, M. (2010). *Energía Solar Fotovoltaica: Cálculo de una instalación aislada*. (2a edición ed.). Barcelona: Marcombo.
- Romero-Hernandez, S., Duarte Rodríguez-Granada, B., Romero-Hernandez, O., & Wood, D. (2012). *Solar Energy Potential in Mexico's Northern Border States*. Washington, DC : Mexico Institute, Woodrow Wilson International Center for Scholars.
- SENER. (2013). *Prospectiva de Energías Renovables 2013-2027* . México: Secretaría de Energía del Estado Mexicano.
- Smets, A. H., Jäger, K., Isabella, O., Van Swaaij, R. A., & Zeman, M. (2016). *Solar Energy: The physics and engineering of photovoltaic conversion, technologies and systems*. Cambridge, England: Uit Cambridge ltd.

Remoción de Flúor por adsorción en agua de pozo utilizando bentonita

Ana Elena Aviña Ruelas

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Durango
anelkavi@gmail.com

M.I. María Dolores Josefina Rodríguez Rosales

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Durango
mdjrr1958@gmail.com

Dr. Sergio Valle Cervantes

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Durango
svallec@gmail.com

M.C. Rafael Lucho Chigo

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Durango
posgradosisamb@gmail.com

Dr. Félix Alonso Alcázar Medina

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Durango
felix.alcazar@hotmail.com

Temática general: Sustentabilidad y medio ambiente.

Resumen

La remoción de fluor en soluciones acuosas a través del método de adsorción se muestra como una técnica viable para ser utilizada en países en vías de desarrollo que tienen altos porcentajes de fluorosis endémica. En el municipio de Durango, capital del estado del mismo nombre en México los índices de fluorosis son los más altos con respecto a otros estados, este problema de salud pública requiere de la atención de la comunidad científica para desarrollar tecnologías que remuevan el flúor, ya que es un derecho universal el acceso al agua limpia y libre de contaminantes. En este experimento se utiliza bentonita modificada como material adsorbente, llevando un tratamiento de tres etapas: activación térmica, activación química y modificación de las propiedades reológicas, esto con el objetivo de modificar la superficie con un pH menor que la bentonita natural y un aumento de la superficie. Los experimentos demostraron que la máxima remoción de flúor se obtuvo a un pH de entre 4.5 a 4.9. Los datos de la cinética se ajustan al modelo de pseudo primer orden que se describe con la isoterma de Freundlich con un mejor ajuste. Los experimentos en lotes arrojaron el mejor desempeño en la remoción de flúor por adsorción en las condiciones de velocidad de agitación de 355 rpm, dosis de 6 g de bentonita modificada a una concentración inicial de 3.55 ppm.

Palabras clave: Adsorción, remoción de flúor, Lagergren pseudoprimer orden, isoterma de Langmuir, isoterma de Freundlich.

Abstract

The removal of fluoride in aqueous solutions through the adsorption method is shown as a viable technique to be used in developing countries that have high percentages of endemic fluorosis. In

the municipality of Durango, capital of the state of the same name in Mexico, fluorosis rates are the highest with respect to other states, this public health problem requires the attention of the scientific community to develop technologies that remove fluoride, since that access to clean water and free of contaminants is a universal right. In this experiment modified bentonite is used as adsorbent material, carrying a three-stage treatment: thermal activation, chemical activation and modification of the rheological properties, this with the aim of modifying the surface with a lower pH than the natural bentonite and an increase of the surface. The experiments showed that the maximum fluoride removal was obtained at a pH between 4.5 to 4.9. The kinetics data are adjusted to the pseudo first order model described with the Freundlich isotherm with a better fit. The batch experiments showed the best performance in the removal of fluorine by adsorption under the conditions of agitation speed of 355 rpm, dose of 6 g of modified bentonite at an initial concentration of 3.55 ppm.

Key words: Adsorption, fluor removal, Lagergren pseudo first order, Langmuir isotherm, Freundlich isotherm.

Introducción

La calidad del agua es fundamental para el desarrollo y el bienestar humano. Proporcionar acceso a agua libre de microorganismos y de contaminantes, es uno de los instrumentos más eficaces para promover la salud y reducir la pobreza, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), (WHO, 2010) el acceso a este recurso limitado es un derecho universal. Sin embargo, existen procesos naturales que modifican la concentración de elementos o sustancias como la sales de flúor donde se tienen problemas de altos niveles de concentración y que exceden los límites permisibles, la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que la concentración en el agua no debe exceder de 1.5 mg/L para que pueda ser considerada apta para el consumo humano, frecuentemente en las aguas subterráneas debido a la composición geológica del suelo favorecen la presencia de altas concentraciones de manera natural, con altas concentraciones de Flúor, si además se consumen a alimentos preparados con esta agua como son bebidas, jugos, té, café, así como la utilización de sal fluorada y pastas dentales, las condiciones de salud pueden empeorar. (HHS, 2003)

Actualmente la ciudad de Durango se abastece de la extracción de agua subterránea del acuífero del Valle del Guadiana que se considera un acuífero sobreexplotado, provocando un enriquecimiento de las aguas en sales minerales, agravando la concentración de elementos contaminantes, entre ellos el flúor. (CONAGUA, 2015)

Una de las metodologías utilizadas para la remoción de flúor es la adsorción, técnica popular debido a su amplio rango de adsorbentes. La adsorción se ha considerado como una tecnología práctica y prometedora en áreas endémicas de fluoruros de muchos países en desarrollo. El uso de adsorbentes en el sistema de filtración asegura una serie de ventajas de ingeniería de procesos como la simplicidad de las operaciones, alto rendimiento en el proceso de purificación, automatización en el tratamiento y fácil escalamiento del laboratorio a la industria. (Vázquez & Montoya, 2004)

Existen diferentes materiales que se han utilizado para la remoción de Flúor incluyendo carbón activado (AC), fosfato tricálcico, intercambiadores de iones sintéticos, alúmina activada y el

alumbre. Sin embargo, en años recientes, la atención considerable de los científicos ha sido dedicada al estudio de diferentes tipos de materiales de bajo costo tales como arcilla de blanqueo agotada, bentonita y bentonita activada, arcilla caolinítica, cenizas volantes, el carbono en suspensión, zeolita, huesos carbonizados y últimamente se están probando biomateriales.

Mostrándose como un adsorbente ideal, la bentonita debido a su alto poder adsorbente sobre otros materiales de bajo costo y alta disponibilidad ya que el Estado de Durango es el primer productor de bentonita en el país (Minería, 2013). Es una roca arcillosa de color verde, rojizo o cremosa, son consideradas como suelos arcillosos montmorilloníticos altamente plásticos y expansivos, son sólidos formados por láminas moleculares constituidas por arreglos tetraédricos de sílice y octaédricos de alúmina unidos covalentemente en relación Si:Al (2:1), originando una superficie polianiónica. El retículo cristalino de estos sólidos es función de la ocupación del espacio interlamina por sus contraiones y ligantes. (Kau, Smith, & Binning, 1998)

La bentonita generalmente se encuentra clasificada dependiendo de su ión intercambiable, ya sea por su contenido de Sodio (Na) o por su contenido de Calcio (Ca). Esta arcilla es valorada por sus propiedades de adsorción que provienen a partir de su alta área superficial, capacidad de hinchamiento y capacidad de intercambio iónico. Tiene su origen en las cenizas volcánicas y el efecto complementario de la erosión. En la actualidad, la explotación del material se efectúa a cielo abierto, utilizando mecánicas convencionales. El proceso se reduce a un machaqueo previo, eliminación de humedad y finalmente a una molienda hasta los tamaños de partícula deseados. (Minería, 2013)

(Ma, Shi, Zheng, Ma, & Gao, 2011) utilizaron un tratamiento de bentonita que consta de 3 etapas: activación térmica, activación química y modificación de las propiedades reológicas de la bentonita en estudios de adsorción en lotes (batch) y columna. En sus experimentos demuestran que la remoción máxima de fluoruros se obtiene a un pH de 4.95 y 40 minutos les tomó para alcanzar el equilibrio. Los datos de la cinética se ajustaron a un modelo de pseudo segundo orden.

En este proyecto se trabajará con bentonita tanto natural como modificada para su empleo en la remoción de fluoruros en solución acuosa para poder establecer la capacidad de adsorción a través de la obtención de isothermas de adsorción, se trabajará controlando pH, concentración de Flúor y altura de lecho.

Desarrollo

La bentonita natural utilizada para los experimentos fue extraída del municipio de Cuencamé en el estado de Durango, México.

La preparación de la bentonita se realizó de la siguiente manera (Ma et al., 2011): 30 g de bentonita natural fue calcinada a 300°C por dos horas, luego se dispersó en 100 mL de agua destilada en un vaso de precipitado de 200 mL montado en baño maría a una temperatura de 95°C. 10 mL de HCl 1 M se agregan a esta solución y es agitado por 6 h. esta solución es enjuagada de 3 a 5 veces. La bentonita es secada a 105°C por 4 h.

Para preparar la solución de PVA se agregaron 20 g de PVA en 250 mL de agua desionizada, en un matraz de 500 mL se lleva a baño maría a 95°C hasta que se disuelva completamente. Se agregan

130 g de bentonita preparada a la solución de PVA, la muestra se agita y se seca a 60°C. Como una manera de crear enlaces cruzados se agrega 0.5% de glutaraldehído en solución por 30 min. Esta bentonita tratada es la que será usada en el estudio.(Diagrama 1)

En un envase cilíndrico hecho de acrílico con capacidad de 600 mL se preparó una solución de 200 mL con una concentración 3.5 ppm de fluoruro y 6 g de bentonita modificada. La solución fue agitada a una velocidad constante de 355 rpm a una temperatura ambiente de 25°C +_ 1°C.

Para las mediciones de flúor se utilizó el medidor de ion selectivo multiparamétrico Thermo Scientific Orion. La variable a controlar es el pH, se debe mantener entre 4.5 a 4.95 adicionando HCl 0.1 M de acuerdo a la NMX-AA-077-SCFI-2001 (SCFI, 2001). La toma de las muestras fue cada 20 min hasta alcanzar la concentración en el equilibrio.

Para el cálculo de la cantidad de fluoruro adsorbido se sigue la siguiente ecuación:

$$q = \left(\frac{C_o - C_e}{m}\right) V \quad \text{Ec. 1}$$

Donde q es el fluoruro adsorbido (mg/g), Co es la concentración inicial (mg/L), V es el volumen de la solución (L) y m es la masa del sorbente (g). Los datos experimentales estudiados fueron el tiempo de contacto, pH (4-8), velocidad de agitación (rpm).

El gráfico 1 muestra el comportamiento de la adsorción con respecto al pH, determinándose que el mejor desempeño en la remoción es en el pH 4.5.

Resultados

Los datos experimentales de la adsorción fueron analizados utilizando la ecuación de Lagergren de pseudo primer orden (PFO) (Tseng, Wu, & Juang, 2010) para modelar la cinética de la reacción.. La fórmula está dada como:

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{k_1 t}{2.33} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde q_e y q_t son las cantidades de fluoruro adsorbidas (mg/g) en el equilibrio y el tiempo (min), respectivamente, y k₁ (L/min) es la constante de adsorción de primer orden.

q (exp)	KAD (min-1)	t ref (min)	KADt ref	R²
0.01153	0.0182	120	2.184	0.97

Tabla 1. Valores de la constante de adsorción modelo cinético PFO (Datos experimentales)

De acuerdo con (Tseng et al., 2010), el valor de K_{AD} tref es un parámetro del comportamiento de adsorción, si el valor es $2 < K_{AD} t_{ref} < 5$ cae en nivel de adsorción “bueno” de la zona II.

En cuanto al análisis de datos obtenidos experimentalmente, el comportamiento lineal de los mismos indica que puede ajustarse la isoterma de Freundlich (Gráfica 2) o la de Langmuir. (Gráfica 3).

Constantes de las isotermas de Langmuir y Freundlich a 25°C

Q° (mg/g)	b (dm ³ /mg)	R^2	k_1	$1/n$	R^2
0.5581	0.8992	0.974	3.01	2.30	0.978

Calculados a partir de datos experimentales

Tabla 2. Constantes de isotermas de Langmuir y Freundlich a 25°C

Donde:

Q° = Máxima capacidad de adsorción

b = máxima energía de adsorción

k_1 = capacidad de adsorción

$1/n$ = intensidad de adsorción

Si $1/n$ está entre 1 y 10 la adsorción se lleva a cabo

(G. Karthikeyan, A. Pius, 2005)

Conclusiones

- Los experimentos en bach indican que la adsorción sigue un modelo cinético de primer grado según la ecuación Lagergren.
- La máxima remoción de flúor se alcanzó a un pH de 4.5.
- La adsorción de fluoruro por bentonita granular modificada en sistema bach puede ser descrita por la isoterma de Freundlich.
- El porcentaje de remoción fue de 48%, con una dosis de 6 g de bentonita modificada a n pH 4.5 y una agitación de 355 rpm. (Gráfica 4)

Notas

Se va a realizar el experimento en columnas utilizando como lecho la bentonita modificada, todos los experimentos en lotes se hicieron con agua sintética, en la columna se harán con agua sintética y agua de pozo.

Tablas y figuras

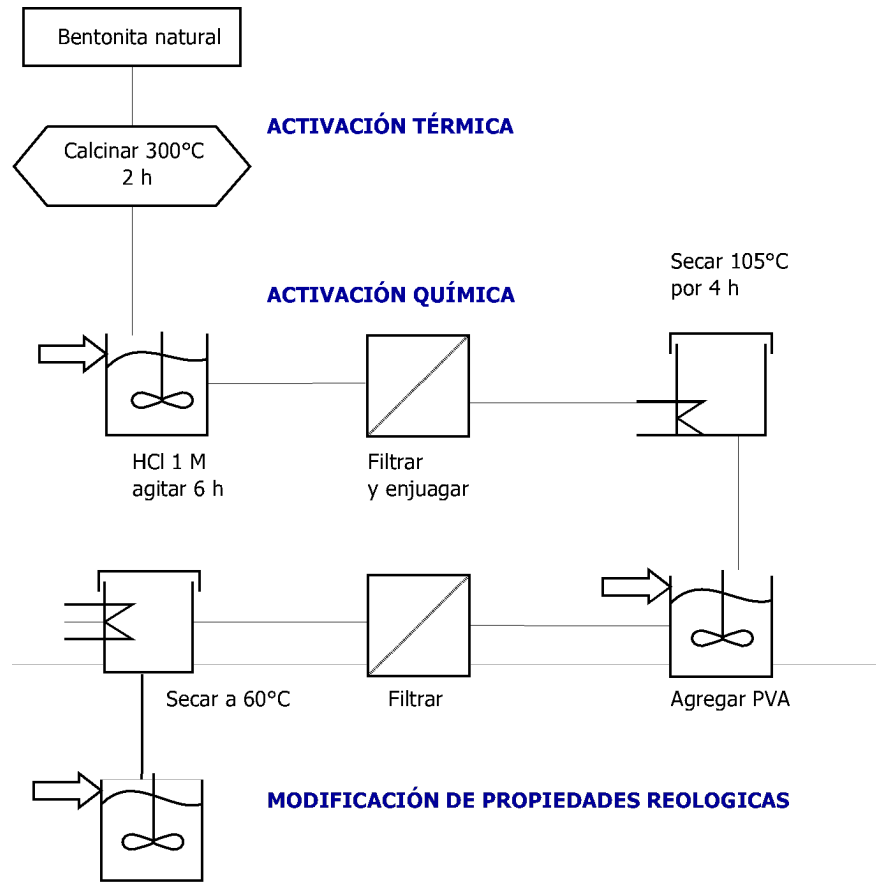
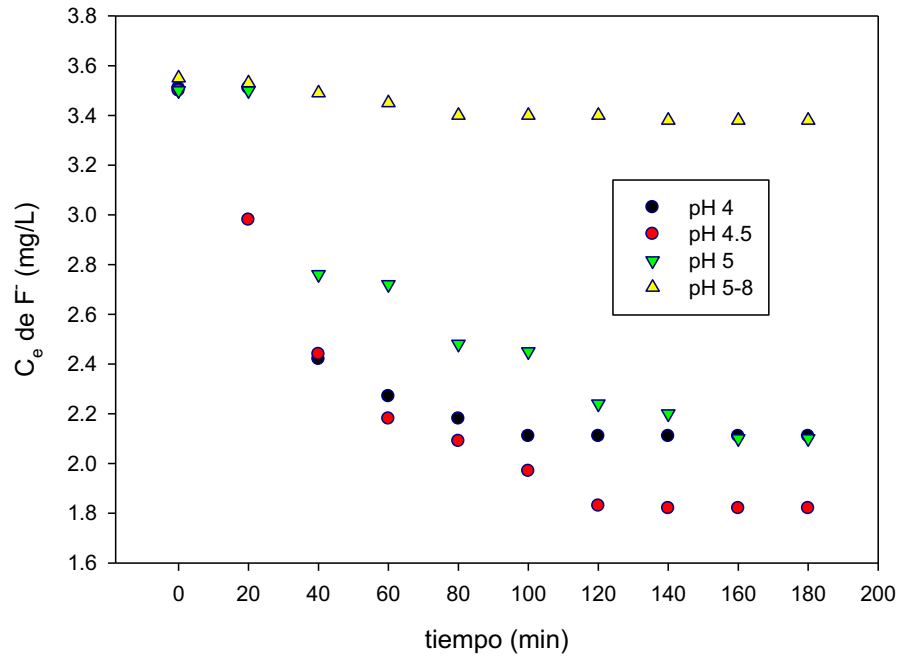
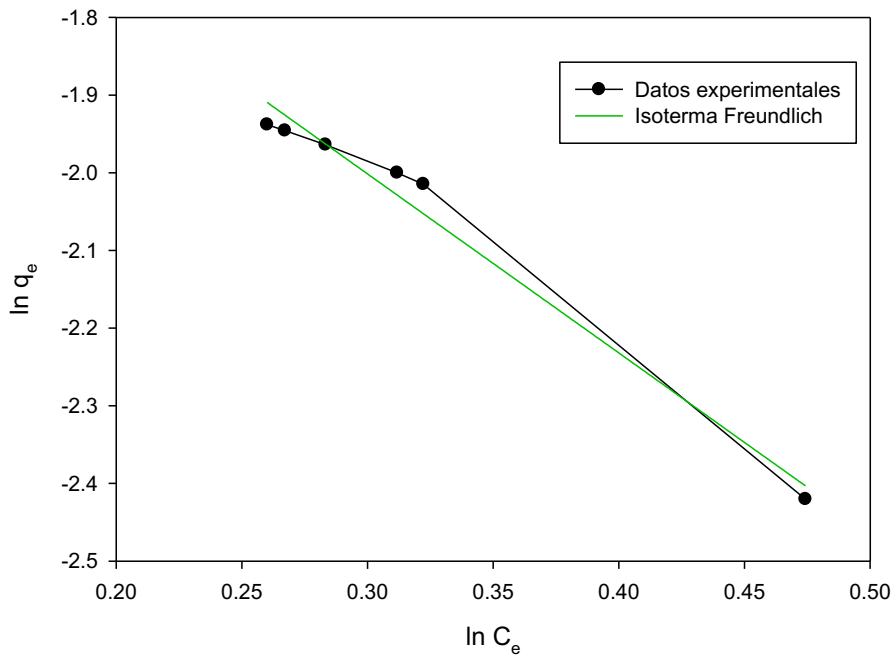


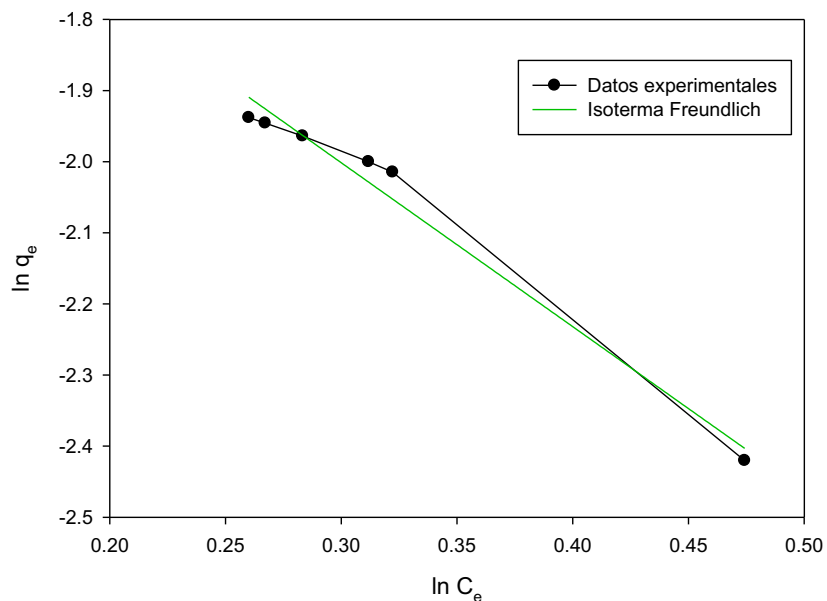
Diagrama 1 Procedimiento de activación y modificación de la bentonita



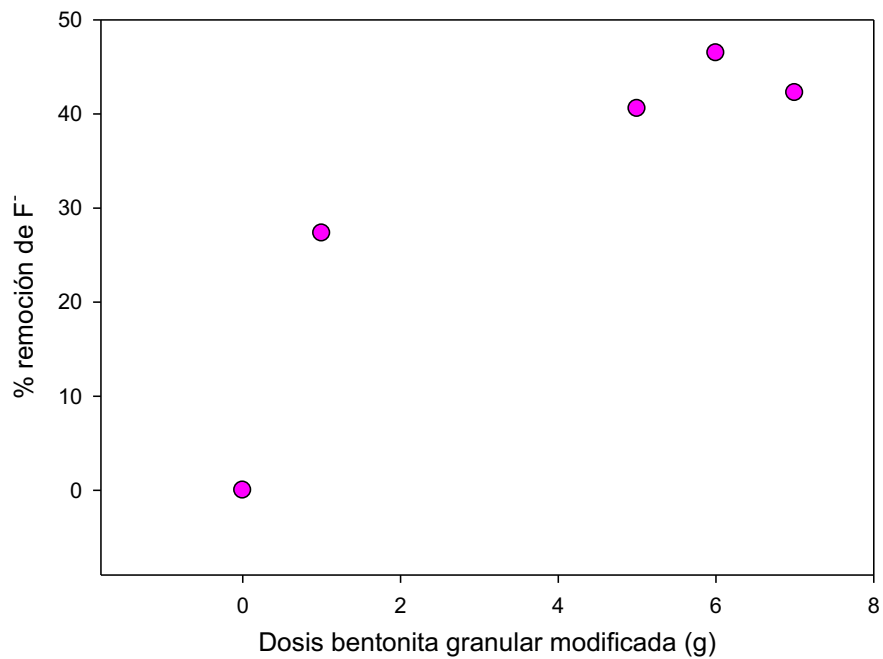
Gráfica 1 Efecto del pH en la remoción de flúor por bentonita activada.
 Condiciones experimentales: Co: 3.55 mg/L
 agitación: 355 rpm, Bentonita activada granular: 30g/L



Gráfica 2. Condiciones experimentales: pH 4.5, velocidad de agitación 355, dosis de bentonita activada granular: 6 g, Co: 3.55 mg/L volumen muestra: 200 mL



Gráfica 2. Condiciones experimentales: pH 4.5, velocidad de agitación 355, dosis de bentonita activada granular: 6 g, Co: 3.55 mg/L volumen muestra: 200 mL



Gráfica 4. Porcentaje de remoción de Fluor en Condiciones experimentales: Co: 3.55 mg/L pH: 4.5, Velocidad de agitación: 355 rpm

Referencias

- CONAGUA. (2015). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle del Guadiana (1003), Estado de Durango. *Diario Oficial de La Federación*, (2). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- HHS. (2003). *Toxicological Profile for Fluorides, Hydrogen Fluoride, and Fluorine*.
- Kau, P. M. H., Smith, D. W., & Binning, P. (1998). Experimental sorption of fluoride by kaolinite and bentonite. *Geoderma*, 84(1–3), 89–108. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(97\)00122-5](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(97)00122-5)
- Ma, Y., Shi, F., Zheng, X., Ma, J., & Gao, C. (2011). Removal of fluoride from aqueous solution using granular acid-treated bentonite (GHB): Batch and column studies. *Journal of Hazardous Materials*, 185(2–3), 1073–1080. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.10.016>
- Minería, C. G. (2013). Perfil de Mercado de la Bentonita, 47.
- SCFI. (2001). NMX-AA-077-SCFI-2001 Determinación de Fluoruros en Aguas Naturales, Residuales y Residuales Tratadas. Retrieved from <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-077-SCFI-2001.pdf>
- Tseng, R. L., Wu, F. C., & Juang, R. S. (2010). Characteristics and applications of the Lagergren's first-order equation for adsorption kinetics. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 41(6), 661–669. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2010.01.014>
- Vázquez, T., & Montoya, H. (2004). Estado de arte de la remoción de fluoruros en el agua. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94402504>.
- WHO. (2010). Inadequate or Excess Fluoride: a Major Public Health Concern. *Preventing Disease through Healthy Environments*, 5.

Valoración del paisaje de la Reserva de la Biosfera isla de Cozumel por autóctonos y visitantes

Cruz López Contreras
Universidad de Quintana Roo, Campus Cozumel
cruzlopez@uqroo.edu.mx

Alejandro Luis Collantes Chávez-Costa
Universidad de Quintana Roo, Campus Cozumel
collants@uqroo.edu.mx

Temática general: Sustentabilidad y medio ambiente

Resumen

El paisaje costero es uno de los que ha sufrido mayor cambio, como consecuencia de las diversas actividades económicas y humanas que se asocian a él. El turismo es una actividad que ha tenido un crecimiento exponencial en las costas y se considera uno de los principales agentes en la transformación del paisaje. En este trabajo se realizó una evaluación visual del paisaje de la Reserva de la Biosfera isla de Cozumel. Se utilizaron fotografías que representaron las diferentes unidades visuales de los paisajes de la Reserva. La evaluación se realizó a través de un test de pares, el cual fue aplicado a la población autóctona y a los visitantes de Cozumel. Para todos los paisajes evaluados, los resultados mostraron que las preferencias de ambos grupos muestran la misma tendencia. Los paisajes naturales más preferidos por ambos fueron los de costa arenosa y los menos preferidos fueron los de manglar y selva. Por otro lado, tanto los autóctonos como los visitantes prefirieron más los paisajes con vestigios arqueológicos que los paisajes con asentamientos humanos y agricultura; en cuanto a los paisajes urbanos, los paisajes con malecón fueron más preferidos por ambos grupos, versus los paisajes del interior de la ciudad. A pesar de que el manglar y la selva tienen un valor ecológico alto, éstos son los paisajes menos valorados, lo que muestra su vulnerabilidad al cambio; aquí recae la importancia de estos estudios con el fin de establecer estrategias para lograr la revalorización de los paisajes.

Palabras clave: paisaje, valoración, calidad visual.

Abstract

The coastal landscape is one of those that has undergone the greatest change, as a result of the various economic and human activities associated with it. Tourism is an activity that has had an exponential growth in the coasts and is considered one of the main agents in the transformation of coastal landscape. In this work, a visual evaluation of the landscape of the Biosphere Reserve of Cozumel Island was made. Photographs that represented the different visual units of the Reserve's landscapes were used. The evaluation was carried out through a peer test, which was applied to the native population and visitors to Cozumel. For all landscapes evaluated, the results showed that the preferences of both groups had the same trend. The most preferred natural landscapes by both were

those of sandy coast and the least preferred were those of mangrove and jungle. On the other hand, both the natives and visitors preferred landscapes with archaeological remains more than landscapes with human settlements and agriculture; as for the urban ones, the landscapes with boardwalk were more preferred by both groups, versus the landscapes of the interior of the city. Although the mangrove and the jungle have a high ecological value, these are the least valued landscapes, which shows their vulnerability to change; Here lies the importance of these studies in order to establish strategies to achieve the revaluation of landscapes.

Key words: landscape, assessment, visual quality

Introducción

Aunque por medio de la legislación y sus regulaciones se ha intentado conservar las características que le dan su carácter único a un lugar, esto rara vez se consigue porque la conservación de los caracteres del lugar no son prioridad para los gobiernos, lo cierto es que los planificadores no consideran los valores de percepción de la población residente ni de los visitantes, a ellos no les interesa como las personas perciben su entorno y no tienen en cuenta su opinión para la gestión de los lugares (Green, 2009). Sin embargo, estar informado acerca de las actividades y las preferencias que los usuarios tienen por el paisaje puede contribuir a la gestión de las áreas naturales (Atauri *et al.*, 2000) que son altamente frágiles y que por la gestión deficiente se ha contribuido a su deterioro y la pérdida de su belleza (Nogué, 1992; Aledo, 2008; Muñoz-pedrerros, 2004; Boullón, 2006).

A la zona costera se la asocia con diversos servicios ambientales, siendo el cultural (la contemplación) uno de ellos. Los paisajes costeros son muy valorados por las personas; además de su importancia económica, en estas áreas vive más de la mitad de la población y se estima que para el 2025 más del 75% de la población vivirá ahí (Convención de las Naciones Unidas, 2002). Debido a la presión que genera la población y a las actividades económicas que se desarrollan en estos lugares dentro de éstas la actividad turística, se han generado impactos ambientales de diversa índole, entre los que se encuentra la transformación de los paisajes, que pueden propiciar la pérdida de los rasgos antrópicos y naturales característicos de un lugar, además de provocar graves impactos ecológicos (Green, 2009).

Desde la parte económica los paisajes juegan un rol decisivo en la atracción de los visitantes (Lothian, 1999; Green, 2009; Povilansdkas *et al.*, 2016). Los paisajes costeros tienen características especiales, que son una combinación del entorno natural y cultural, y estos rasgos han sido determinantes en la atracción y la preferencia que sienten las personas hacia estos lugares (Green, 2009; Anfuso *et al.*, 2014).

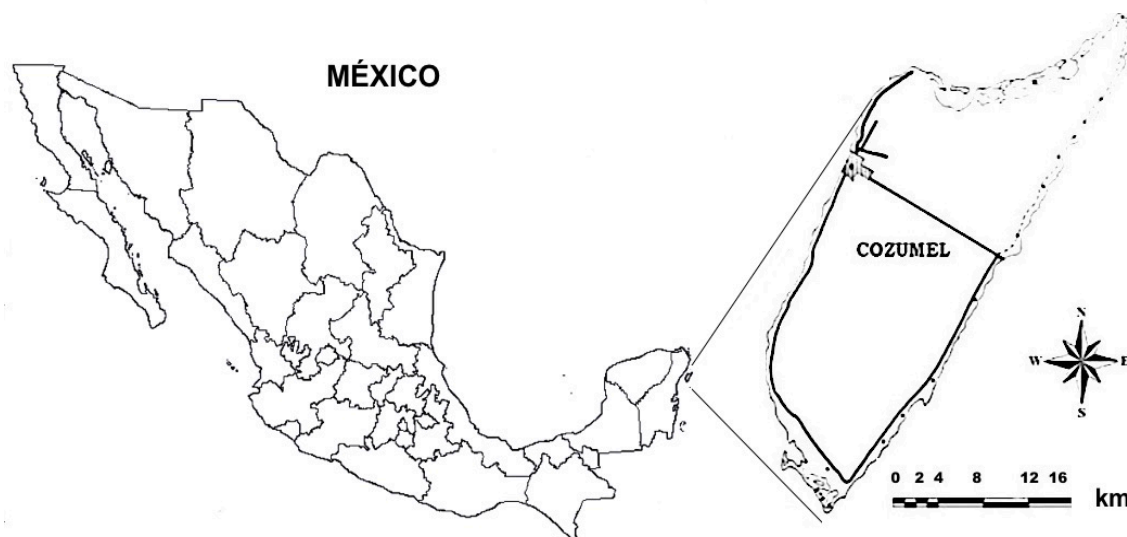
Desarrollo

Isla Cozumel

La isla de Cozumel se ubica en el estado de Quintana Roo, y se localiza en el sureste de México, en la península de Yucatán (Figura 1). Su extensión total es de 647 kilómetros cuadrados y su principal actividad económica es el turismo y las actividades relacionadas. (INAFED, 2016). Cozumel fue certificada en el año 2016 como Reserva de la Biosfera por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). Tal denominación fue otorgada ya que posee diversos ecosistemas que albergan gran diversidad biológica y riqueza cultural, además de brindar diversos servicios ecosistémicos. Esta isla posee paisajes naturales y

culturales de gran belleza y de gran valor para la sociedad. Dentro de la fauna se puede encontrar al mapache enano, el caracol rosado, el pez sapo, el cenizote de Cozumel, el ratón de Cozumel, el flamenco del caribe, el águila pescadora entre otras. Además es la isla mexicana con mayores riquezas de especies de anfibios y reptiles. Tiene 27 especies endémicas (un reptil, 7 mamíferos y 19 aves) (Vázquez *et al.*, 2009).

Figura 1. Localización de la Isla de Cozumel



El test de pares de fotos

La evaluación de las preferencias paisajísticas se realizó mediante el método de preferencias que se desprende del usado en los años setentas por González Bernáldez y su equipo de investigación de la Universidad Autónoma de Madrid. El método se basa en la contemplación de paisajes por medio de fotografías, considerándolas como una versión simplificada de la realidad (Barrasa 2007; Jacobsen, 2007; Ode y Tveit, 2013; Zhao *et al.*, 2013). Además el uso de estímulos fotográficos son adecuados para conocer las preferencias paisajísticas sobre todo cuando se trata de destinos turísticos debido a que éstos se promocionan mediante imágenes (Mackay y Couldwell , 2004).

Para la realización del test se usaron pares de imágenes que representan los diferentes tipos de paisajes de Cozumel, y se les pidió a los sujetos de estudio que eligieran la que más les gusta de

cada par. A este enfoque se le denomina método de comparaciones pareadas y consiste presentarle al observador pares de imágenes de paisajes en donde emitirá un juicio de valor, indicando la fotografía que le parece más bella de cada par, es así como se pueden evaluar varios paisajes. Las fotografías se realizaron con una calidad técnica elevada, por ello, se utilizó una cámara con una lente de 50mm, ya que es la que refleja mejor el perímetro de la visión humana, así mismo las fotografías fueron capturadas por la misma persona por consideración de la altura, también se cuidó que las fotografías fueran homogéneas entre sí y se evitaron los efectos de luz (Barrasa, 2007).

Definición de tipos de paisajes

Para la composición del test de pares se necesitó tener diferenciados los tipos de paisaje que existen en Cozumel (Tabla 1). Para ello se tomó la clasificación de tipos de paisajes por su funcionalidad realizada por Bólos (1992) en la cual se clasifica al paisaje en natural, rural y urbano. Se decidió usar esta clasificación ya era la que se ajustaba a los intereses de la investigación que es capturar escenas que transmitan la realidad del paisaje. Para tal caso, el paisaje natural es el que está dominado por elementos bióticos y abióticos; el paisaje rural es el que tiene algunos elementos antrópicos presentes y el paisaje urbano es el que está dominado por elementos antrópicos. Así mismo, para la clasificación y selección de los unidades de paisaje se consideraron los mapas de unidades geomorfológicas de Cozumel y vegetación y uso de suelo del Programa de Ordenamiento Ecológico Local. Con lo anterior se obtuvo un total de 10 unidades visuales del paisaje.

Tabla 1. Clasificación de los paisajes de Cozumel y unidades visuales de paisaje

Tipos de paisaje	Unidades visuales de paisaje
Paisajes naturales	costa arenosa/vegetación asociada, costa rocosa/vegetación asociada, cuerpos de agua /vegetación asociada, palmar , selva/baja/mediana y manglar
Paisajes rurales	asentamientos/agricultura y vestigios arqueológicos
Paisajes urbanos	centro/malecón y colonias

Fuente: Elaboración propia

Diseño del test de pares de fotos

Durante el meses de julio a noviembre del año 2017 se capturaron las fotografías, 30 por cada unidad de paisaje. Después de la captura de fotografías se procedió a seleccionar aquellas que no tengan error respecto al plano, a la iluminación y al porcentaje de cielo respecto a la escena fotografiada.

Para saber el número de fotografías que se tendría que usar por unidad y el número de enfrentamientos que éstas debían de tener para parearse una vez con todas las demás se utilizó la fórmula de Daniel y Boster (1976).

Quedando finalmente en 9 fotografías que representarán cada unidad de paisaje.

Por lo que cada una de las fotografías se enfrentará 9 veces, resultando un total de 45 pares. Para la construcción del test de pares se realizó un álbum con cartulina negra donde se colocaron los pares de las fotografías. El acomodo de las fotografías se realizó al azar cuidando que las fotos de

los mismos paisajes no les toque enfrentarse. El test se acompañó de una encuesta en la que se preguntaron datos generales a los participantes (edad, sexo, profesión y grado estudios) y una planilla que sirvió para que los sujetos entrevistados anoten sus elecciones del par de fotos.

La muestra

Se eligió el método no probabilístico por conveniencia. Los sujetos de estudio se conformaron en dos grupos; la población autóctona Cozumel y los visitantes.

La elección del entrevistado fue al azar y como requisito tuvo que ser mayor de 18 años. Se aplicaron un total de 200 cuestionarios, 100 para cada grupo, número de datos estadísticamente suficiente para los análisis a gran escala (Sampieri *et al.*, 2006).

Aplicación del test

A cada persona se le explicó de manera breve el objetivo de la investigación y se les indicó el procedimiento del test de pares y se les dio una planilla para rellenar cada una de sus elecciones con base a la preferencia de la belleza de la foto marcando con una única opción derecha o izquierda. La elección de la fotografía la hicieron en un tiempo no mayor a 8 segundos, tiempo considerado suficiente para que puedan observar con detenimiento la fotografía (Daniel y Boster, 1976).

El test de fotos se le aplicó a la comunidad autóctona de Cozumel, en el centro, plazas concurridas. A los visitantes se les aplicó en el malecón y en las plazas concurridas.

Análisis de las preferencias

Los datos obtenidos se procesaron en Excel. Con éstos se construyó una matriz numérica, misma que fue codificada con un “0” para las fotografías seleccionadas a la izquierda y con “1” para las fotografías seleccionadas a la derecha.

La valoración de la preferencia de cada unidad de paisaje se calculó en una escala de 0-100, dependiendo de qué tan preferida o rechazada resultó. Para ello, se utilizará la fórmula de valoración que se presenta enseguida:

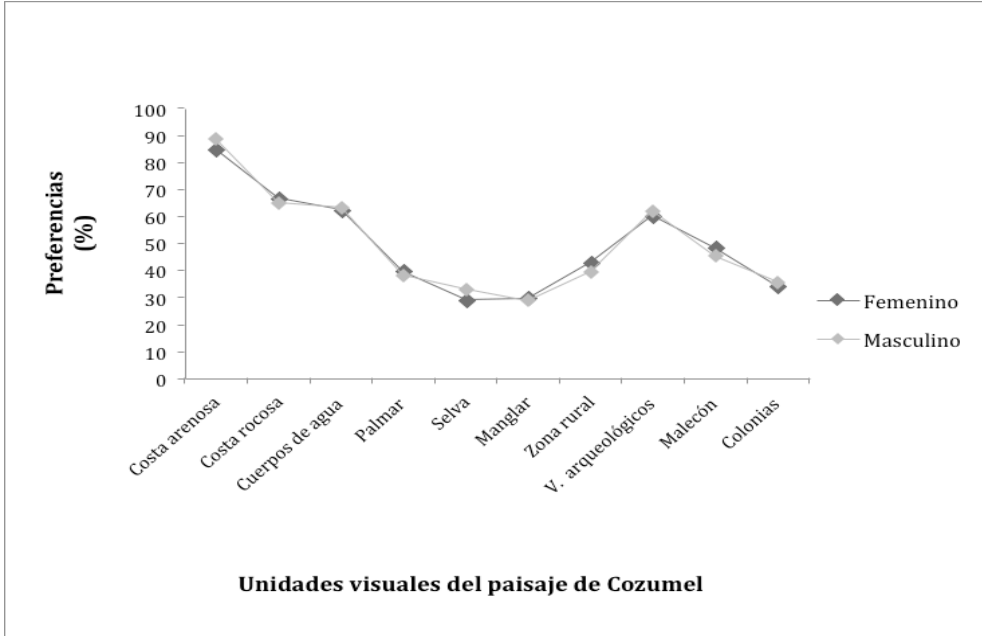
$$P = \frac{(N - i_1 - i_2 \dots - i_n + d_1 + d_2 \dots + d_n) * 100}{(N_i + N_d)}$$

Para conocer si había diferencia entre las preferencias de los grupos se realizó la prueba de suma de rangos de Mann-Whitney.

Resultados

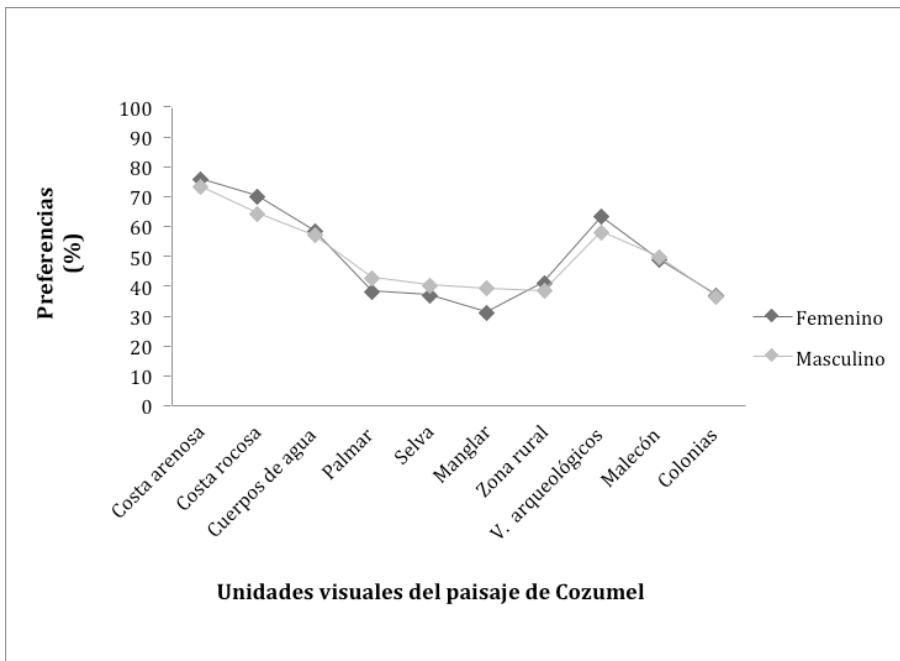
En las preferencias de la población autóctona por género, ambos grupos mostraron una preferencia muy similar, siendo los paisajes más preferidos por ambos sexos los de costa arenosa y los menos preferidos los paisajes conformados por selva y manglar (**Figura 1**).

Figura 1. Preferencias de la población autóctona por los paisajes de Cozumel por género



En las preferencias de los visitantes por género, la valoración fue muy similar, siendo los paisajes más preferidos por ambos sexos los de costa arenosa y los menos preferidos el manglar y las colonias. El manglar fue la unidad que mostró mayor diferencia en puntuación entre la preferencia de mujeres (31%) y hombres (39%) (**Figura 2**).

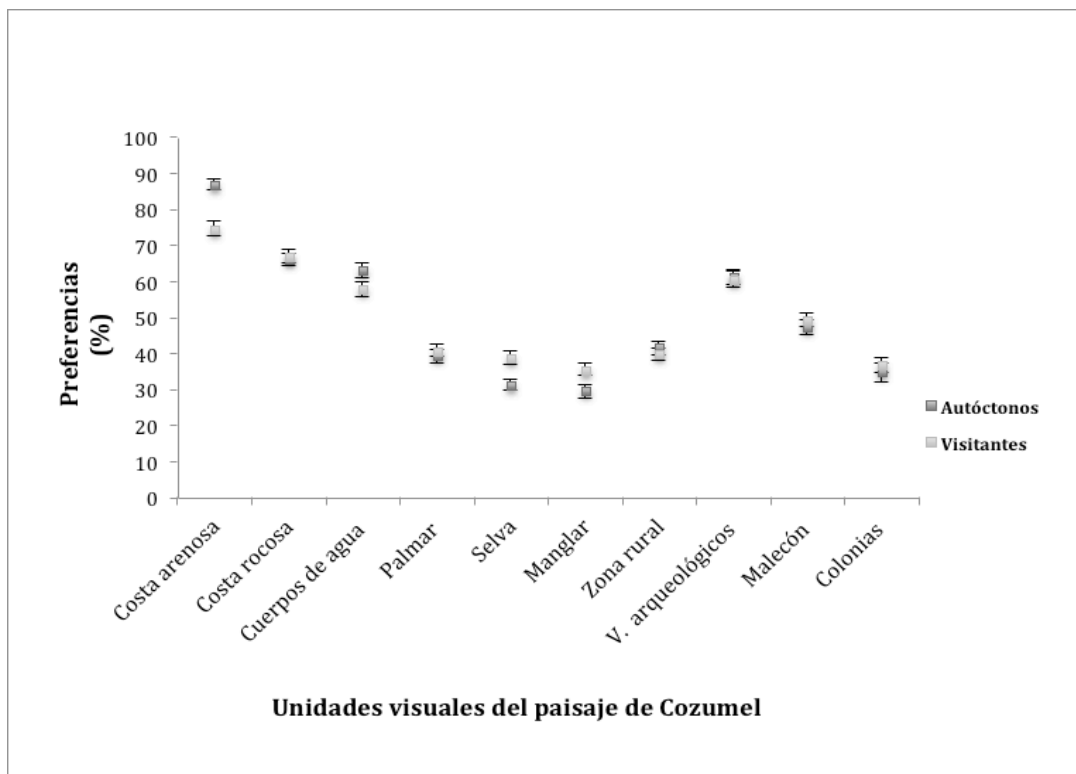
Figura 2 .Preferencias de los visitantes por los paisajes de Cozumel por género



De los paisajes naturales de Cozumel los más preferidos tanto por la población autóctona como por los visitantes fueron los de costa arenosa, mientras que la selva y el manglar fueron los menos preferidos por ambos grupos; de los paisajes rurales, los vestigios arqueológicos fueron más preferidos que los asentamientos/agricultura por ambos grupos y de los paisajes urbanos el malecón fue más preferido que las colonias.

De manera general los paisajes de costa arenosa fueron los mejores valorados y los de manglar los peores valorados (**Figura 3**). Para conocer si había diferencia entre las preferencias de los grupos se realizó la prueba de suma de rangos de Mann-Whitney y se encontró diferencia significativa en las unidades de costa arenosa, manglar y selva, siendo la costa arenosa más valorada por la población autóctona que por los visitantes, el manglar y la selva aunque fueron las unidades menos valoradas por ambos grupos, el visitante las valoró mejor que el autóctono. Con la prueba realizada podemos decir que tanto los autóctonos como los visitantes tienen la misma preferencia por la costa rocosa, cuerpos de agua, palmar, vestigios arqueológicos, asentamientos/agricultura, malecón y colonias. Es importante notar que los vestigios arqueológicos fueron la cuarta unidad mejor valorada por ambos grupos.

Figura 3. Preferencias de la población autóctona y los visitantes



Conclusiones

Las preferencias de la población autóctona y los visitantes es muy similar para cada uno de los paisajes de Cozumel.

Los paisajes que más se prefieren y son más valorados de Cozumel son sus playas y los que se prefieren menos y son menos valorados son los paisajes de manglar y selva.

Con la información obtenida se puede ayudar para que los planificadores identifiquen paisajes que por sus características son muy poco valorados y puedan desarrollar programas, folletos, carteles informando de los beneficios que brindan esos paisajes para intentar mejorar la valoración, ya que generalmente lo que no se aprecia, no se conserva y se termina perdiendo.

Referencias

- Aledo Tur, A. (2008). De la tierra al suelo: la transformación del paisaje y el nuevo turismo residencial. *Arbor*, 184(729), 99-113.
- Anfuso, G., Williams, A. T., Hernández, J. C., & Pranzini, E. (2014). Coastal scenic assessment and tourism management in western Cuba. *Tourism Management*, 42, 307- 320.
- Atauri, J. A., Bravo, M. A., & Ruiz, A. (2000). Visitors' landscape preferences as a tool for management of recreational use in natural areas: A case study in Sierra de Guadarrama (Madrid, Spain). *Landscape Research*, 25(1), 49-62.
- Barrasa (2007). El paisaje en América Latina. Experiencia de valoración participada de paisajes visuales para la planificación ambiental. Tesis de Doctorado. Madrid.
- Boullón, R.C. 2006. Planificación del espacio turístico. Trillas. México. 250 p.
- Bolós, M. (1992). "Manual de ciencia del paisaje: teoría, métodos y aplicaciones". Masson, Barcelona .
- Convención de las Naciones Unidas (2002). Consultado de http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/convention_20years/oceanssourceoflife.pdf.
- Daniel, T. C., & Boster, R. S. (1976). Measuring landscape esthetics: the scenic beauty estimation method.
- Green, R. J. (2009). Coastal towns in transition: Local perceptions of landscape change. *Springer Science & Business Media*. Gobster et al., 2007. 22(7), 959-972.
- Jacobsen, J. K. S. (2007): "Use of Landscape Perception Methods in Tourism Studies: A Review of Photo-Based Research Approaches". *Tourism Geographies: An International Journal of Tourism Space, Place and Environment*, 9/3, pp. 234-253.
- Lothian, A. (1999). Landscape and the philosophy of aesthetics: is landscape quality inherent in the landscape or in the eye of the beholder?. *Landscape and urban planning*, 44(4), 177-198.
- Muñoz-Pedrerros, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista chilena de historia natural*, 77(1), 139-156.
- Nogué I Font, J. (1992). Turismo, percepción del paisaje y planificación del territorio.
- Ode Å. And M. S. Tveit. (2013). Perceptions of stewardship in Norwegian agricultural landscapes. *Land Use Policy*. 31: 557-564.
- Povilanskas, R., Baziukė, D., Dučinskis, K., & Urbis, A. (2016). Can visitors visually distinguish successive coastal landscapes? A case study from the Curonian Spit (Lithuania). *Ocean & Coastal Management*, 119, 109-118.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., Lucio, P. B. (2006) Metodología de la investigación (quinta edición). México: McGraw-hill.
- Zhao, J., Wang, R., Cai, Y., & Luo, P. (2013). Effects of visual indicators on landscape preferences. *Journal of Urban Planning and Development*, 139(1), 70-78.

Propuesta de modelo de gestión y recuperación de juguetes y dispositivos electrónicos para una ciudad fronteriza

Martha Patricia Salcedo Maldonado

Cetys Universidad. Colegio de Ingeniería. Calz. Cetys S/N, Rivera, 21259 Mexicali, B.C.
isojera@hotmail.com

Karla Garduño Palomino

Cetys Universidad. Colegio de Ingeniería. Calz. Cetys S/N, Rivera, 21259 Mexicali, B.C.
karla.garduno@cetys.mx

Temática general: Sustentabilidad y medio ambiente

Resumen

Actualmente los niños usan la tecnología para comunicarse, estudiar y como medio de entretenimiento. Es así como el avance tecnológico significa grandes mejoras de la calidad de vida de las poblaciones pero a su vez genera mayor demanda en la producción de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) con menor tiempo de vida útil, debido a la sustitución que hace el consumidor motivado por los nuevos modelos, generando un mayor flujo de residuos. El manejo de esta categoría de electrónicos representan un problema, al terminar su vida útil se disponen conjuntamente con los residuos sólidos urbanos (RSU), lo que dificulta su proceso de reciclado y valoración. En este trabajo se presentan los resultados de una investigación sobre juguetes electrónicos, con el propósito de obtener información referente a las prácticas de consumo, manejo y disposición de juguetes electrónicos en desuso. Los resultados muestran que del total de juguetes que desechan el 88% son funcionales y de éstos el 31% se desechan porque son obsoletos, el 31% porque no se utilizan y el 36% se reusa.

Palabras clave: *Residuos electrónicos, prácticas de manejo, reuso.*

Abstract

Currently children use technology to communicate, study and as a means of entertainment. In this way technological advancement means great improvements in the quality of life of the populations but also generates increased demand in the production of electrical and electronic equipment (EEE) with shorter shelf life, due to the substitution that the consumer makes motivated by new models, generating a greater flow of waste. The management of Electric and Electronic products at the end of life represent a huge problem at the moment of its disposition in the stream of the municipal solid waste (MSW), which makes the process of recycling and valorization harder. This paper presents the results of an investigation into electronic toys, with the purpose of obtaining information concerning the practices of consumption, handling and disposal of disused electronic toys. The results show that 88% of dismiss toys are in functional conditions but they are discarded because the user perceived as they are obsolete 31% or they do not wanted anymore 31% and only the 36% have a second use.










Key words: *Electronic waste, waste management, reuse*

Introducción

El avance tecnológico significa grandes mejoras de la calidad de vida de las poblaciones pero a su vez trae efectos que afectan el ambiente. La globalización ha incrementado la demanda de equipos electrónicos; ello con lleva a que las compañías del sector adopten estrategias cada vez más agresivas en cuanto a innovación de productos (kwak et al., 2011). La tendencia del consumidor de Artículos Eléctricos y Electrónicos (AEE) y la sustitución prematura de nuevos modelos que cumplan características electrónicas que lo hacen novedoso (Breivik et alt., 2014; Kiddee et al., 2013; Huang y Hsieh 2012). Esos factores impactan en mayores volúmenes de Residuos de Artículos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), los cuales contienen componentes potencialmente peligrosos como (Pb, Sb, Hg, Cd, Ni, polibromodifenil éteres y bifenilos policlorados, entre otros) que pueden causar daños al ambiente y a la salud cuando no se manejan y valorizan adecuadamente (Baldé et al., 2015; Kolias et al., 2014; Yu et., alt 2014).

Los RAEE'S, conforman una corriente de residuos compleja y de rápido crecimiento, en el 2012 se generaron, a nivel mundial, cerca de 42 millones de toneladas de RAEE's (Baldé, y cols., 2015). Esta corriente crece del 3% al 5% al año, casi tres veces más rápido que el total de los residuos generados (Cucchiella, 2015) y es la responsable de 10 %-20 % del impacto medioambiental global en relación con el agotamiento de los recursos no renovables (Araujo y cols. 2012 y Georgiadis y Besiou, 2009).

Entre los RAEE's, existe un grupo que son los pequeños aparatos eléctricos y electrónicos (PAEEs), entre los que se encuentran los juguetes. En la figura 1 se presenta la clasificación de los RAEE de acuerdo a la normatividad europea (la categoría que es de interés para este trabajo es la que corresponde a juguetes y equipos deportivos). El reciclaje y reutilización de los PAEEs representa un desafío debido a la composición del material y que incluyen una amplia diversidad de productos de consumo, Shinha y cols (2009), Chancerel (2009), Hula y cols., (2003) señalan que se necesitan tecnologías muchas veces especializada para desmontarlos.

<p>Grandes electrodomésticos</p> <p>Refrigeradores, congeladores, lavadoras, secadora, lavavajillas, estufas eléctricas, placas de calor eléctricas, hornos de microondas, aparatos de calefacción eléctricos, ventiladores eléctricos, aparatos de aire acondicionado.</p> 	<p>Herramientas eléctricas/electrónicas</p> <p>Taladros, sierras y máquinas de coser.</p> 
<p>Pequeños electrodomésticos</p> <p>Aspiradoras, planchas, secadores de pelo, tostadores, freidoras, licuadoras, cafeteras, etc.</p> 	<p>Juguetes y equipos deportivos</p> <p>Trenes y carros eléctricos, consolas de vídeo, juegos de vídeo, etc.</p> 
<p>Equipos informáticos y telecomunicaciones</p> <p>Computadores personales, C. portátiles, pantallas componentes de PC fotocopiadoras, teléfonos, etc.).</p> 	<p>Aparatos médicos</p> <p>Aparatos de radioterapia, cardiología, diálisis, etc.</p> 
<p>Aparatos electrónicos de bajo consumo</p> <p>Aparatos de radio, televisores, cámaras de vídeo, etc. Aparatos de radio, televisores, cámaras de vídeo, etc.</p> 	<p>Instrumentos de vigilancia</p> <p>Detectores de humo, termostatos, alarmas</p> 
<p>Aparatos de iluminación</p> <p>Luminarias, tubos fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad, etc.</p> 	<p>Máquinas expendedoras</p> <p>Máquinas expendedoras de bebidas calientes, botellas, latas o productos sólidos.</p> 

Fuente. Ojeda, Cruz y Jauregui (2017)

El segmento de usuarios de juguetes electrónicos y dispositivos electrónicos, son una población que ha nacido con la tecnología, la usan para comunicarse, estudiar y como medio de entretenimiento, lo cual impacta en una mayor demanda de estos dispositivos electrónicos, que representan un problema al terminar su vida útil, dado que no existen medio formales para su gestión bien establecidos, terminan confiándose junto con los residuos sólidos urbanos (RSU), dificultando su proceso de valoración.

Este trabajo tiene como objetivo proponer un modelo de gestión integral de residuos de pequeños aparatos eléctricos y electrónicos (RPAEE) para la ciudad de Mexicali, Baja California que permita incrementar la vida útil de los PAEE, reducir la generación de RPAEE, incentivar su reciclaje y revalorización.

Desarrollo

La investigación se realizó en la ciudad de Mexicali cuya ubicación geográfica ejerce una marcada influencia en los patrones de consumo de la población, fácil acceso a tecnologías nuevas y de segunda mano. Se diseñó una encuesta la cual se aplicó a los padres de familia con hijos de 0-11 años

La encuesta fue diseñada en cuatro secciones: En la primera, se incluyeron los datos demográficos de la población estudiada. En la segunda, se preguntó sobre los hábitos de consumo para conocer los factores que consideran importantes al adquirir un juguete. En la tercera sección, se analizó la categoría prácticas de manejo, en esta se incluyeron preguntas para identificar las prácticas de disposición de juguetes en desuso, tiempo de vida útil de JEE y opciones que eligen los consumidores para disponer los juguetes electrónicos.

En la última sección se incluyeron preguntas para analizar el conocimiento ambiental que poseen los padres, e identificar en el área de salud los aspectos que los padres creen importantes para no comprar un (JEE).

Resultados

Con relación a los hábitos de consumo 41% de los padres, afirma que tienen del 50% al 75% de juguetes electrónicos en el hogar. De los cuales 88% de los (JEE) que se desecha son funcionales (figura 1). Las alternativas de los padres de familia para disponer los JEE son 36% regala a familiares, 30% dona a casas hogar y el 13% opta por vender que en la mayoría de los casos son consolas de video juegos. Sin embargo el manejo de esta categoría de electrónicos representan un problema, al terminar su vida útil 48% se disponen conjuntamente con los residuos sólidos urbanos (RSU), lo que dificulta su proceso de reciclado y valoración. Hasta el momento, el tiempo en que se deshacen de los JEE es de 1 a 2 años, lo que muestra la tendencia al consumo de tecnología como entretenimiento para los niños además del corto tiempo de vida útil. No obstante 94% de la población está dispuesta a llevar sus juguetes en desuso a un punto limpio.

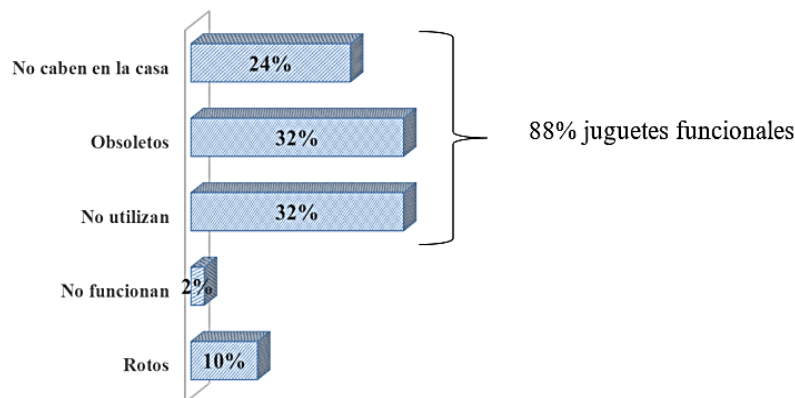


Figura 1. Disposición de juguetes

Se realizó un análisis de la situación actual (E_0 . Escenario base) y la propuesta (E_1 . Escenario de recuperación) enfocada en la recuperación de JEE y dispositivos electrónicos en la ciudad de Mexicali. Considerando los hábitos de consumo, manejo y prácticas del consumidor. Con base a la información analizada, se plantearon tres escenarios para la recuperación y reciclaje de juguetes:

E_0 . Escenario base

E_1 . Escenario de recuperación

E_0 . Escenario base: Es la situación actual del flujo de los JEE dispositivos en desuso. Actualmente el consumo de los padres de familia es JEE nuevos al igual que usados en México y Estados Unidos. Clasificados de acuerdo al tamaño de tarjeta de circuito integrado. En la primera y segunda categoría se encuentran los juguetes de primera infancia, figuras transformables, carros de tamaño reducido, juegos de mesa, muñecas y accesorios, peluches, teléfonos, controles, musicales y audio.

En la tercera categoría se conforma de consolas. No hay recolección, en la etapa de recuperación los padres consideran como alternativas de reuso, sin embargo estos realizan la actividad de almacenaje 23% lo cual hace que sus juguetes sean obsoletos. El pepenador de los JEE que se encuentra en el tiradero a cielo abierto, realiza un uso propio, desensamble y venta, por último el reparador realiza: desensamble, reuso de partes, reparación y venta. Sin embargo las partes actualmente que son valorizables son componentes de consolas y controles de video juegos. Es así como la etapa de disposición se generan 48% de JEE que terminan en el sitio de disposición final que opera en la ciudad de Mexicali (ver figura 2).

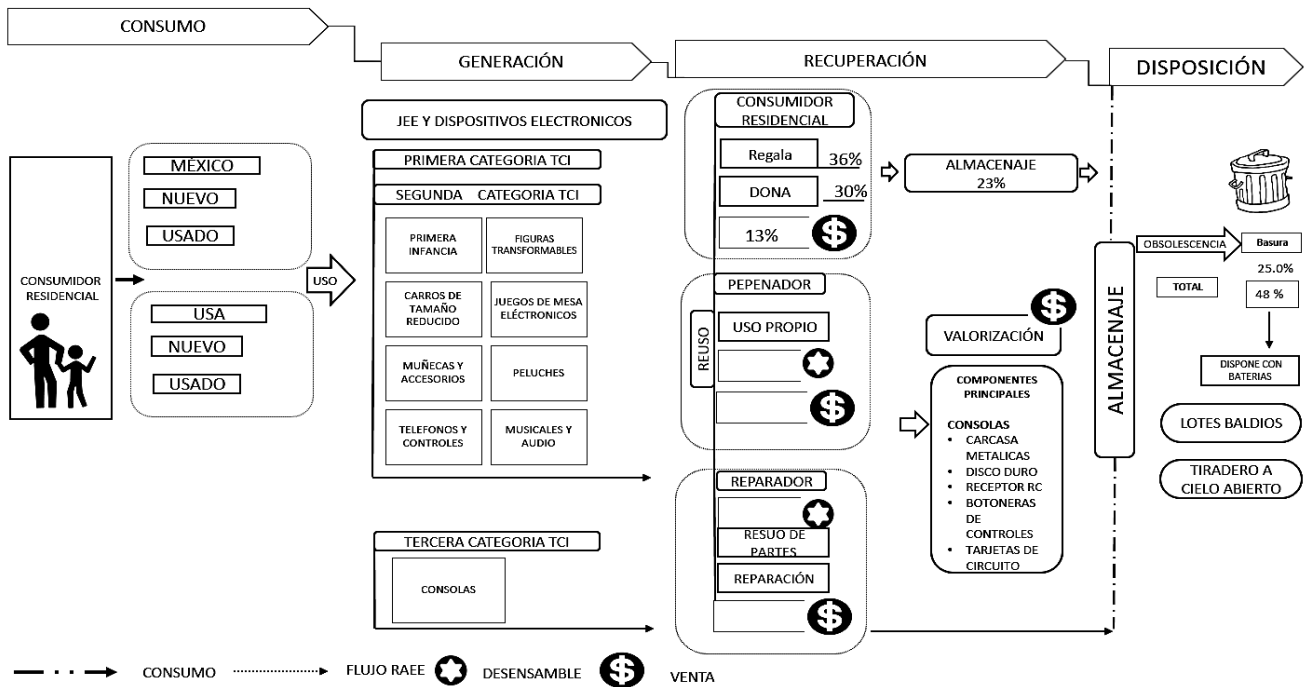
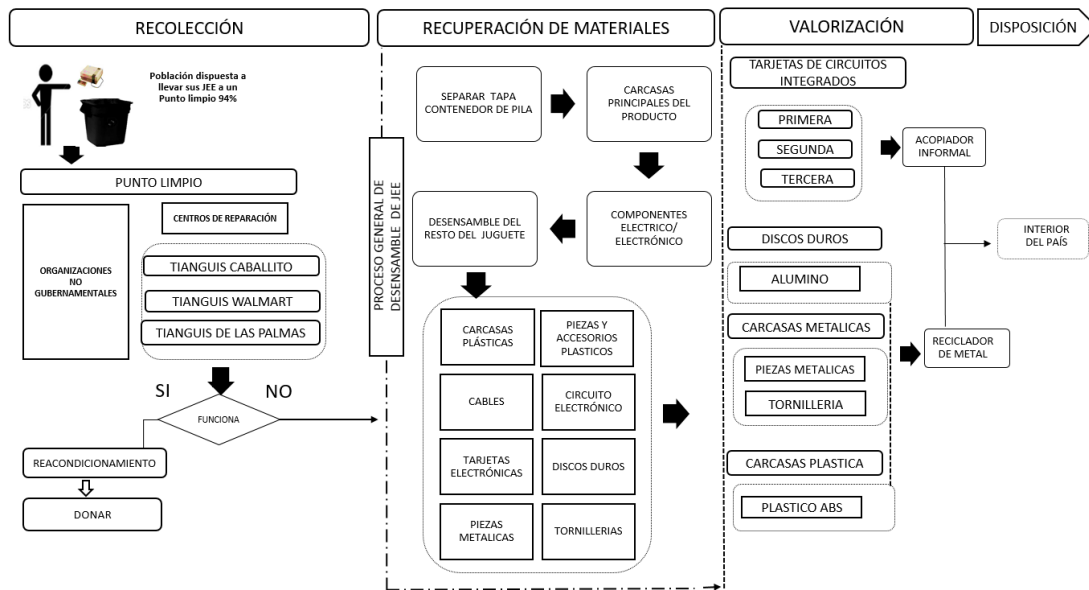


Figura 2. Escenario base

E₁: Escenario de Recuperación: Consiste en sistematizar los flujos actuales de la ciudad para la puesta en marcha, es necesario informar a la población sobre la ubicación y funcionamiento de un punto limpio el cual se colocara en instituciones educativas públicas de nivel preescolar y primaria, en los centro de reparación situado en diferentes tianguis de la cuidad. Si los JEE y dispositivos que se recolectan son juguetes funcionales se realizará una reparación a través de un programa de servicio social a cargo de las carreras de ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California. Así mismo el objetivo es trabajar con un programa de concientización a los padres de familia, para promover estrategias básicas de manejo, para identificar los componentes de los JEE y dispositivos los cuales pueden representar un riesgo físico, e identificar los componentes que pueden ser recuperados, en esta etapa se realiza el desensamble separación en dos categorías; carcasas plásticas y componentes electrónicos. En este escenario la valorización la realiza el acopiador informal a través de la compra de componentes por kilo (tarjetas de circuito integrado, discos duros) y componentes por pieza (tarjetas de encendido y apagado, difusor de calor, abanico piezas de consolas, piezas de controles) el reciclador de metal compra las piezas metálicas (carcasas y piezas

metálicas, carcasas de plástico ABS). Finalmente la disposición se realiza al interior del país (ver figura 3).

Figura 3 Escenario recuperación



Conclusiones

Texto para las conclusiones de la ponencia En México al igual que en otros países en vías de desarrollo la sociedad ha creado una necesidad de adquirir JEE, con cortos periodos de sustitución, generando juguetes electrónicos en desuso. Los padres de familia manifestaron que contaminan, sin embargo no lo perciben como un riesgo al medio ambiente. Sobre los hábitos de consumo afirma que tienen del 50% al 75% de juguetes electrónicos en el hogar. El tiempo en que se deshacen de los mismos es de 1 a 2 años, lo que muestra la tendencia al consumo de tecnología como entretenimiento para los niños además del corto tiempo de vida útil.

En la ciudad de Mexicali el reciclaje informal es una práctica que realizan los pepenadores, en el centro de transferencia, como en el tiradero a cielo abierto, quienes desconocen los daños que provocan las prácticas de (quema) para la recuperación o valorización de ciertos componentes no solo al ambiente y a la salud. Por lo que es importante dimensionar el problema que este tipo de residuos generan, proponer escenarios para su manejo y recuperación. Con el objetivo que los Juguetes y dispositivos electrónicos en desuso se vuelvan a incorporar al flujo a través de prácticas de reuso, reciclaje y valorización.

Referencias

Araújo, M. G., Magrini, A., Mahler, C. F., & Bilitewski, B. (2012). A model for estimation of potential generation of waste electrical and electronic equipment in Brazil. *Waste Management*, 32(2), 335-342.

Baldé, C.P., Wang, F., Kuehr, R., Huisman, J. (2015). The global e-waste monitor – 2014, United Nations University, IAS – SCYCLE, Bonn, Germany

Breivik, K., Armitage, J.M., Wania, F., Jones, K.C., 2014. Tracking the global generation and exports of e-waste. Do existing estimates add up? *Environ.Sci. Technol.* 48 (15), 8735–8743.

Huang, L.-Y., & Hsieh, Y.-J. (2012). Consumer electronics acceptance based on innovation attributes and switching costs: The case of e-book readers. *Electronic Commerce Research and Applications*, 11(3), 218–228. <http://doi.org/10.1016/j.elerap.2011.12.005>

Kwak, M., Behdad, S., Zhao, Y., Kim, H., Thurston, D., (2011). E-waste stream analysis and design implications. *J. Mech. Des.* 133 (10), 101003

Yu, L., He, W., Li, G., Huang, J., Zhu, H., 2014. The development of WEEE management and effects of the fund policy for subsidizing WEEE treating in China. *Waste Manage.* 34 (9), 1705–1714

Precision Irrigation Control Strategy based on Normalized Difference Vegetation Index

Kevin Alberto Aragón Ibarra

Tecnologico de Monterrey

A01186468@itesm.mx

Luis César Franco Pando

Tecnologico de Monterrey

A01186398@itesm.mx

Nadia Palacios López

Tecnologico de Monterrey

A01560649@itesm.mx

Camilo Lozoya

Tecnologico de Monterrey

camilo.lozoya@itesm.mx

Temática general: Sustentabilidad y Medio Ambiente

Abstract

Water is a limited resource, which is now under an unprecedented pressure by global population growth, climate change and demand from several economic sectors such as tourism, industry, and agriculture. In particular, irrigated agriculture is one of the major water-consuming sectors, thus, proper water management is required. Multiple water systems have been developed, including real time control systems for irrigation strategy based on hydrological balance variables, such as water, soil and crop relationship. Nevertheless, most of these methods represent high costs and / or low efficiency on implementation. In this paper, we present a new method for control strategy applied to an automatic irrigation control system, considering the need of a simplified, cheaper solution that reduce the quantity of required sensors, based on NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). The method is evaluated against a basic soil moisture control system. In particular, we present some promising preliminary experimental results that shows water stress measured from several sensors and interesting relations between soil moisture and NDVI over a daily period.

Key words: Precision agriculture, automatic irrigation, NVDI, Normalized Difference Vegetation Index.

Introduction

Water is an essential natural resource, which consumption is increasingly required in urban populations, and at the same time has also become increasingly scarce. According to Hipólito *et al* (2007) agriculture sector is the one that demands more water with a rate that goes from 50% to 80% of the available water, which appears to be an excess, but it's caused by the increasingly demand of food production. If the current consumption rate continues, this situation will only get

worse. As WWF (2018) points out the by 2025, two-thirds of the world's population may face water shortages. And ecosystems around the world will suffer even more. Based on this, the use of water in agricultural systems constitutes a fundamental priority given its strong impact on the total amount of water used.

Most of the irrigation products typically used for precision irrigation systems are drip irrigation, micro-sprinklers & sprayers, center pivot and linear move irrigation systems. These systems are installed with a control and management system that measures and controls the amount of water and fertilizer to be supplied to the crops/plants. As a result, the overall water efficiency rises substantially thereby increasing the production (CredenceResearch.com 2015). The downside of all these solutions is that they are mainly based on open-loop schedule irrigation, which needs to be determined by every farmer and doesn't act in response to the hydrological variables.

Over the last years, water efficiency on irrigation systems has been a trending topic as there is a rising demand for more efficient irrigation system with automated features for measurement and control, and thanks to advances on knowledge and technology fields, multiple solutions on precision agriculture (PA) have been developed. PA includes the use of digital soil mapping, geographical information systems, global positioning systems, ground based sensors, remote sensors, variable rate application technologies (including greenseeker technologies), and yield monitoring systems (Cowan, 2018). PA allows for less water to be utilized in irrigation systems and serves useful purposes in improving farm management including cost reductions, improving returns, and stopping unnecessary pollution.

However, the economics of different precision agriculture techniques may not be feasible for some farms (especially smaller farms) considering the return for money spent on the technology. Therefore it is important to evaluate the effects of different precision agriculture techniques on each farm in order to gain maximum benefit from each technology (Crumpler, 2004). Surface soil moisture plays a crucial role in hydrological and ecological processes at the land surface, being the central component of the hydrological cycle (Lozoya *et al*, 2016).

In this research, two Automatic Irrigation Controls (AIC) that differ on the measured variable, will be compared. One of them is based on humidity variable, which is a validated algorithm. Meanwhile, the other control is based on a new form to establish an automatic irrigation control algorithm, measuring the plant's Water Stress (WS) variable through the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) on plant's foliage.

This research aims to establish new methods for precision agriculture that could help the large crops, as a single NDVI sensor could replace multiple humidity sensors, which would directly incur on reducing variables, costs, and installation process on required technology.

Materials and Methods

The experimental platform consists on data acquisition station, where a central logger fetched data from humidity and NDVI sensors within a defined interval of 5 minutes throughout a period of days-weeks. The system structure was implemented as shown in Fig. 1.

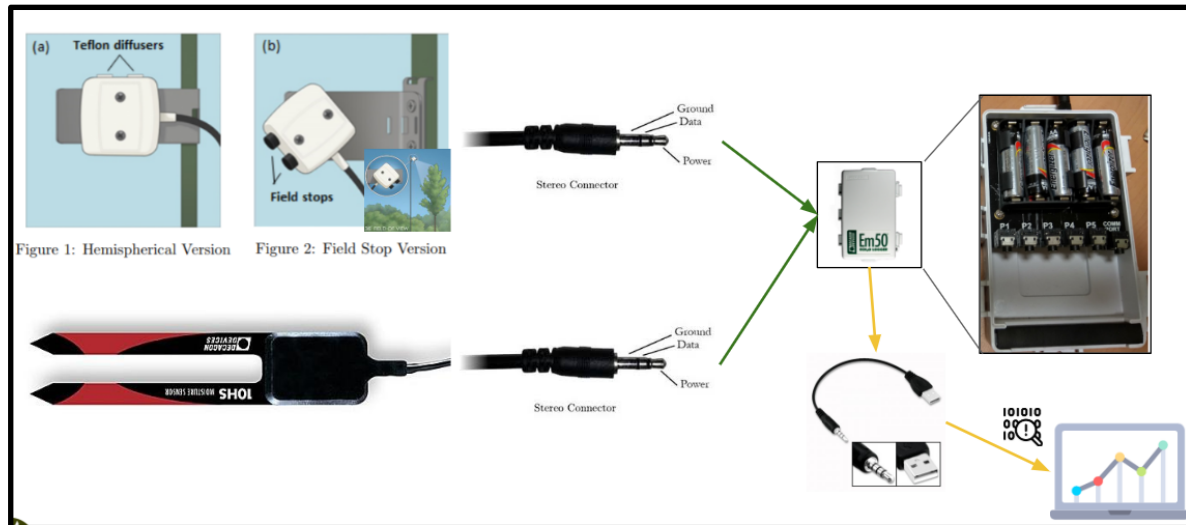


Fig. 1: System Diagram

The lower level components were constituted by three 10HS Soil Moisture Sensors (SMS) Decagon (Appendix A) to measure VWC at root depth, as shown in Fig. 2, and two Spectral Reflectance Sensor (SRS) for NDVI Decagon sensors to measure NDVI on the surface area. Meanwhile, the central logger was composed by a Em50 Series ECH2O Data Logger Decagon to fetch and transfer data to excel documents in order to be analyzed. Additionally, concerning the system housing, two metallic structures were used denominated “tower”, to cover the logger and connections, and settle the NDVI sensors at designated heights and angles. The atmospheric sensor was placed in a metallic plate with the capability of angle movement for the sensor to be adjusted after its installation, meanwhile, the punctual SRS was installed in a metal structure at the middle of the tower, pointing to the grass below with a 20 degrees angle, as shown in Fig. 3.



Fig. 2: Soil moisture sensor installed at root depth



Fig. 3: Metallic structures holding NDVI sensor

Furthermore, experimental location was defined by several aspects as: accessibility to irrigation system, minim area of 4 squared meters, good sun rays reception, controlled secluded space. Besides, the proposed experimental perimeter was delimited. Therefore, the experimental area was selected with access to an sprinkler irrigation system with ensures the water supply. Nevertheless,

the system limited capabilities and calibration meant the volumetric content supplied to the experimental area could not be measure, the water control was limited to the time the irrigation valve remained open.

Spectral Reflectance Sensor (SRS). Watertight, weatherproof housing and fully sealed optics mean the SRS can be deployed in the field without interference by weather conditions. Able to measure the following NDVI bands: Centered at 630 nm and 800 nm with 50 nm and 40 nm Full Width Half Maximum (FWHM) with a measurement time of < 300 ms. Two SR sensors were used to determined the NDVI of the plants around the designated area. One of the sensors was used in its atmospheric configuration, this means the sensor needed to remain pointed straight to the sky. The second SR Sensor was a Field of View sensor that was needed to be pointed towards the point of interest, by making the height between the plant and the sensor constant, the NDVI reading remained relevant in the course of the experiment, a simple functional conception of both sensors is shown in Fig. 1.

10HS Soil Moisture Sensor (SMS). Three of these sensors were placed strategically surrounding the experiment designed area. With a capacity to measure 1 liter of soil around it, the sensors were buried 7.5cm below the grass, placing them at grass root level. The 10HS SMS has a measurement range from 0% to 60% of volumetric water content with a resolution of 0.1% when calibrated.

Em50 Series ECH2O Data Logger. The Em50 series logger is 5-port, self-contained data logger especially suited for field research. The Em50 stores more than 36,800 data scans on a variable sampling period. This data logger was fully compatible with the 10HS Soil Moisture Sensors and the SRS Sensors, making the configuration of said devices easy, reassuring an integral reception of the sensors data. While the EM50R is capable of radio frequency communication, the easy access to the data logger made this capability redundant. Based on Hidropoint.com (2018) irrigation system (Fig. 4A), described as a two block diagram with two inputs (effective irrigation and reference evapotranspiration) (Ghosh et al, 2014) and one output (soil moisture), a complemented diagram is proposed that takes the previous one and adds another block that takes as input the obtained soil moisture and outputs the NDVI of the system (Fig. 4B). Thus, final system model is described as shown in Fig. 4C.

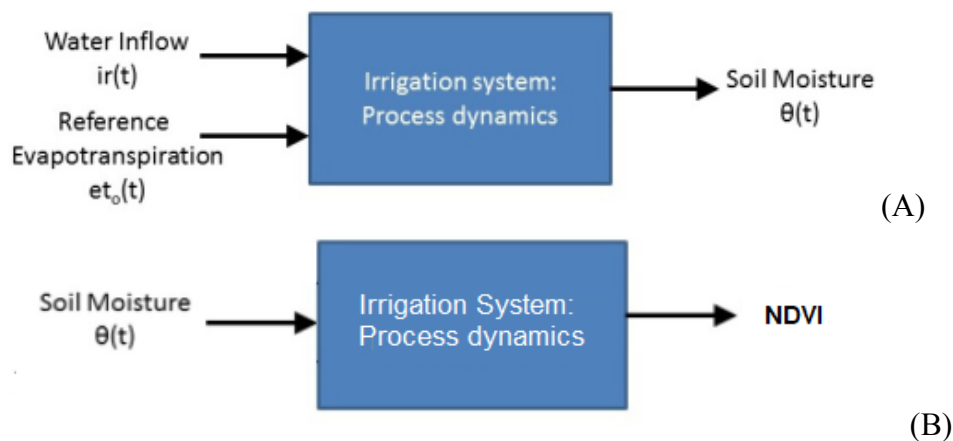




Fig. 4: Irrigation system input/output definition: (A) [7] proposed system, (B) system addition, and (C) final model.

Taking from the discrete time dynamics given by Lozoya *et al* (2016), Fig. 4A system is defined as:

$$\theta(kh + h) = c_1\theta(kh - \tau) + c_2ir(kh) - c_3et_o(k) \quad (5)$$

where c_1 , c_2 and c_3 can be used as the three discrete coefficients that involves crop coefficient (K_c), sampling interval (h), and proportional relation between soil moisture and deep percolation (c_0). Also it is considered that τ is considerably larger than h .

On the other hand, discrete time NDVI can be obtained from:

$$n(k + 1) = c_4n(k - \tau_B) + c_5\theta(k - \tau_B) \quad (6)$$

where c_4 and c_5 corresponds to proportional relation between NDVI and SM from previous measurement, τ_A is the delay of Soil Moisture change (20 minutes) τ_B is the delay of NDVI change (24 hours). From (5) and (6), the final system model is defined using a second-order state-space representation as:

$$\begin{bmatrix} \theta(k + 1) \\ n(k + 1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1 & 0 \\ c_4 & c_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta(k) \\ n(k - \tau_B) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_2 & c_3 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} ir(k - \tau_A) \\ -et_o(k) \end{bmatrix} \quad (7)$$

The estimation of soil moisture variations for large areas is highly complex, due the large spatial variation in measurements along with the presence of processes (irrigation, percolation, evapotranspiration, etc.) that vary in space and time. As a result soil moisture has a highly non-linear behavior, since measurements of soil moisture can vary at spatial scale as small as meters. Therefore coefficients c_1 , c_2 and c_3 from (5) are time-variant and difficult to estimate. However, a simpler behavior can be estimated from the concept proposed in Fig. 1, where irrigation adds soil moisture up to a saturation level. Then excess water is rapidly drainage until field capacity is reached. Below field capacity, moisture is withdrawn at a slower rate, depending on the crop evapotranspiration. Also, when soil moisture arrives to the wilting point, plants cannot longer extract water from soil. Below wilting point the rate of depletion is even slower and mostly depend on soil characteristics.

Results and Discussion

The data collected during the last stage of the experiment helped to make the graphs that will be shown in this section and correspond from April 18th to May 9th, 2018.

In order to have a better interpretation of the soil moisture data, it is recommended to use the average of the sensors used in a certain area, it is also indicated the days in which the irrigation were performed (vertical lines) and the limits of each state of the soil moisture corresponding to the system with which we worked, these limits were obtained by comparing the differences between the slope that is traced in the curves when they change, thus obtained the range of 23.3% to 35% soil moisture for the system to remain in the available water stage (horizontal lines).

At the beginning of the experiment, irrigation was stopped to stress the system and to begin the measurements starting from the stage with less humidity, once the change of color in the plant was seen, the irrigation stage was started. There were 5 sessions of irrigation with the first one it was possible to reach a good level of humidity, the time was allowed for the system to return to the first stage (available water) to later make a routine irrigation for two days, the last ones two watering were made to reach the over excitation stage of the plant to see how big the NDVI level change would be.

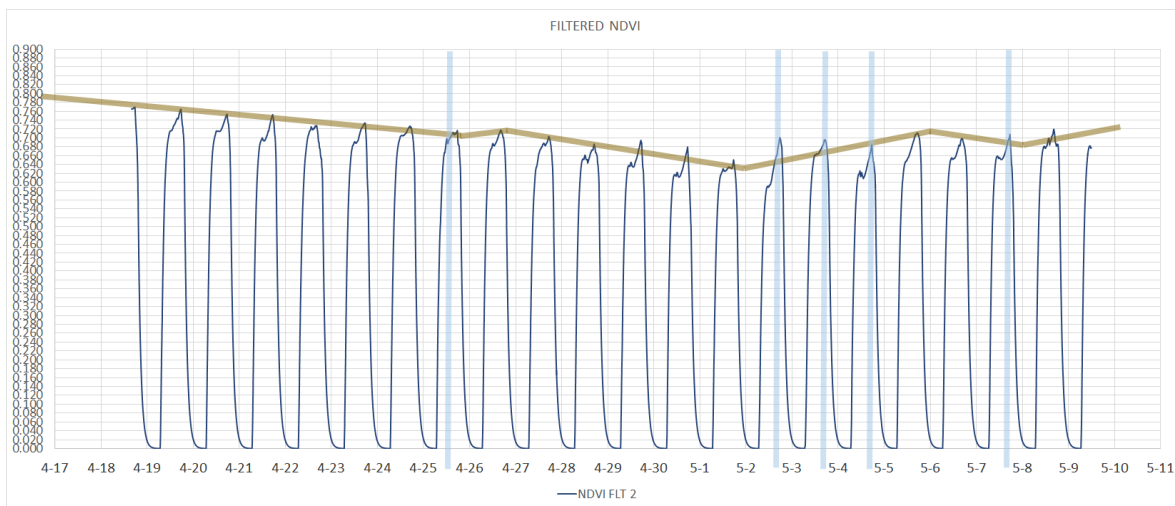


Fig. 5: System's NDVI filtered

In Fig. 5, the graph shown shows the value of refined NDVI, days of irrigation, and the trend line of the value of NDVI drawn along the days. From this, it can be observed that the relation that it is obtained after irrigation, it presents a delay of approximately 24 hours to observe changes in the value of NDVI. Comparing with the graph of the soil moisture sensors, when the system was maintained in the unavailable water state and the first irrigation was made, the trend in the NDVI ceased to fall and maintained its value, after the system was left again without water for a week; after that time it was irrigated during 3 days, in the first two a routine irrigation was carried out, that is, as normally watered in this area (before performing the experiment), the above was done with the intention of raising the NDVI level; after these first two irrigations, the last of the continuous irrigations was performed, in this case, the system was allowed to reach the gravitational water state, so the level increased a much more compared to the level presented 4 days before; as the final stage of irrigation, the system was once again allowed to reach the maximum part of soil moisture to compare the change.

The days recorded with the lowest and the highest levels of NDVI were on April 30 with a level of 0.648 and May 8 with 0.713 respectively, since these data have a minimum difference a visual guide was needed, thus photos of the section were taken of the area along the experiment, a way of visual validation of changes in the grass, where the evolution of the testing area can be appreciated, as shown in Figs. 6 and 7. In both figures can be seen at the left side, the different perspectives of the monitored area and on the right side, same perspectives a special capture that indicates the value of NDVI in shades of red for high levels and blue/green for low values. As you can see, the change is very noticeable, in spite of not having a big difference between the NDVI levels.

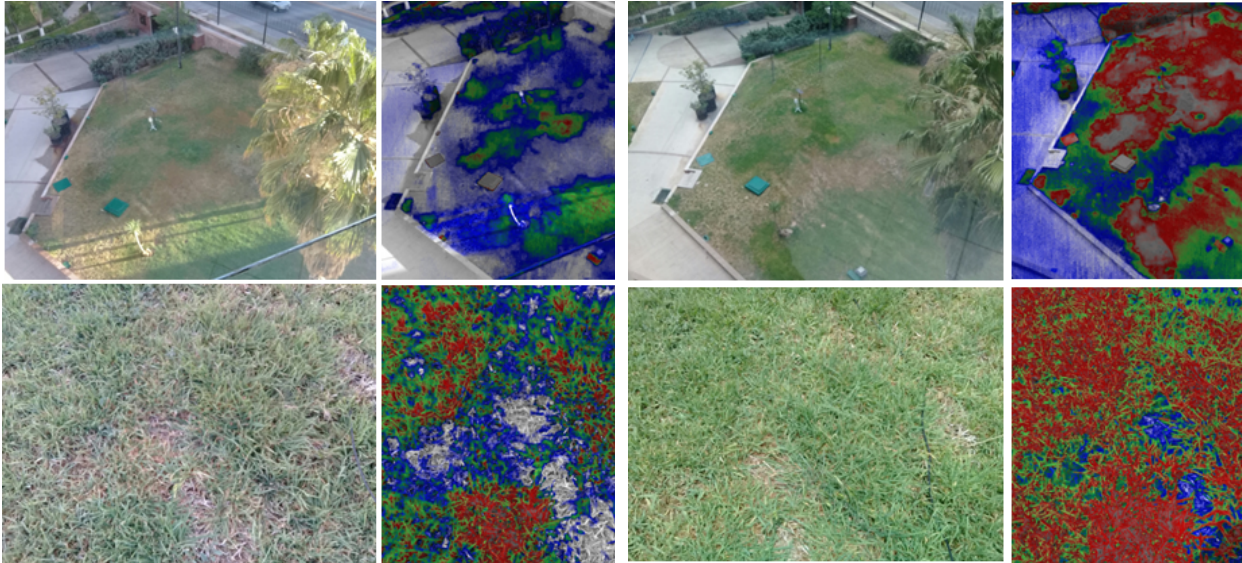


Fig 6: NDVI mapping for April 30th

Fig. 7: NDVI mapping for May 8th

To see the behavior of the model described in the previous section, particularly equation (6) and to simulate its behavior, Excel tables and a simulation in MATLAB were needed. For the first simulation the values of SM and NDVI (obtained during the experiment) of each day were compared to the same schedule and compared with the change between the continuous values, from which the following graphs were made, to see the correlation of the estimated value with the real value, the correlation coefficient (R^2) of the values in which a relation of 94% was reached (see Fig. 8).

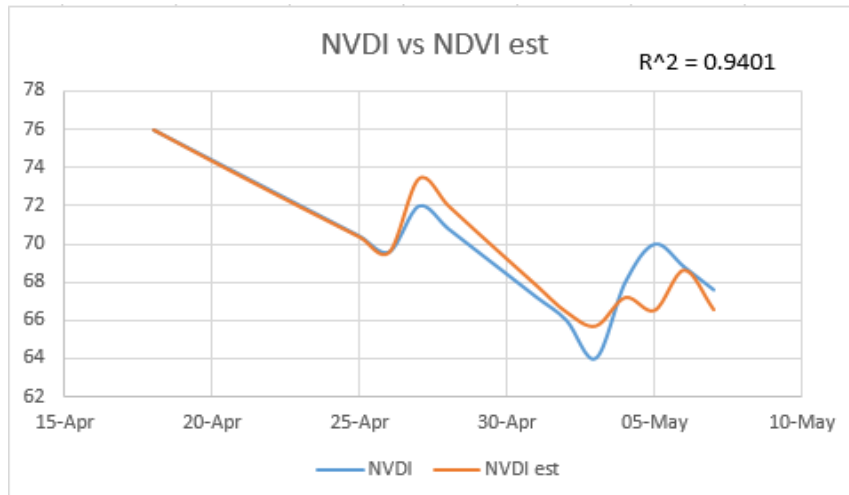


Fig. 8: NDVI vs NDVI estimated simulation

Due to the very close relationship of this way of estimating the NDVI value (using all the samples) presented, it was decided to do a second simulation where the estimated value would be only the first valid data, that is, when the sensor detects the infrared light of the Sun (6:30 am), thus, a different NDVI estimated was calculated and with only one data to test the model of the equation (6) was the graph shown in Fig. 9, of this representation a correlation coefficient of 91% was obtained, which is lower than the previous one but is closer to reality since the value of the NDVI should not have great variation during a single day, the second estimation was put together with de actual values of NDVI to see how similar they are.

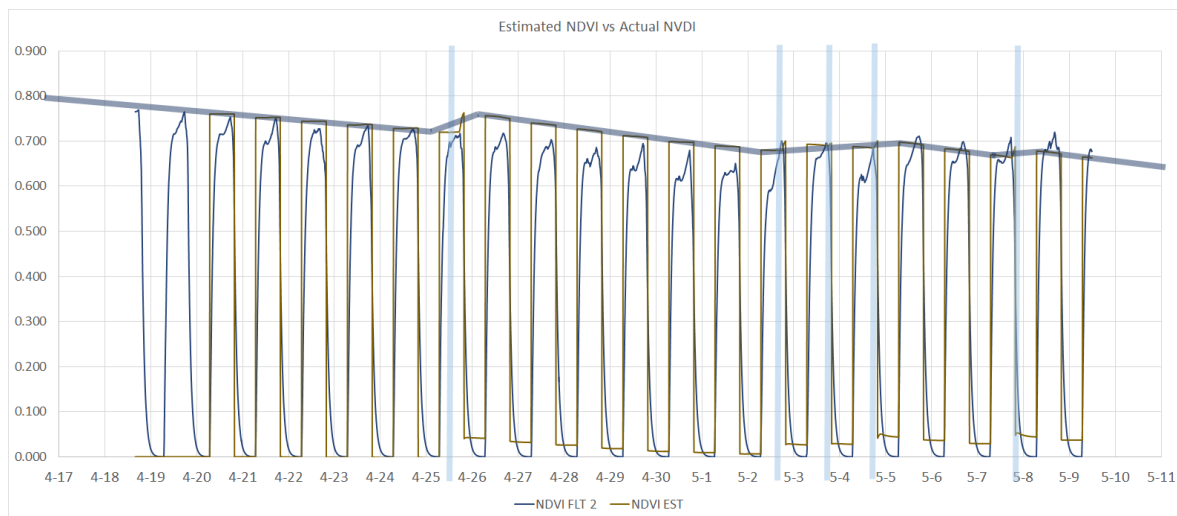


Fig. 9: NDVIest vs Actual NDVI

As part of the simulation of the model, a comparison was included between an irrigation control for soil moisture (Fig. 10) and a simulation of an irrigation control with NDVI (Fig. 11) for 30 days and with same initial conditions, for the simulation of the Irrigation System real data were used from [7], for control of irrigation by NDVI a time control was used that is stimulated when the low NDVI value begins to fall. From this simulation the following was obtained:

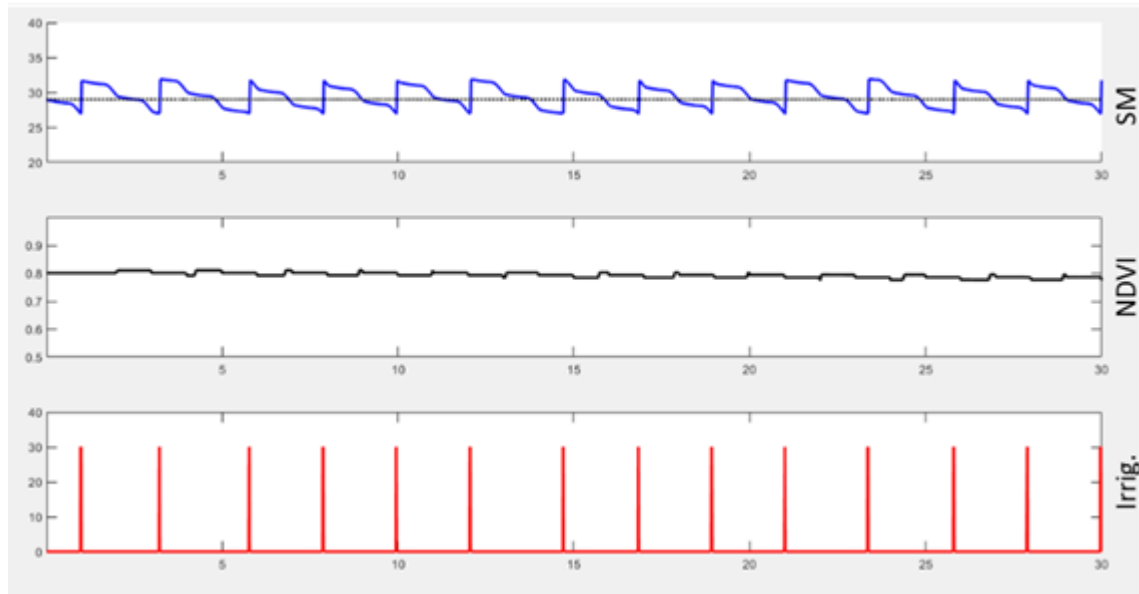


Fig. 10: Soil Moisture Control Irrigation Simulation

With moisture control it is necessary to perform more watering than with a control by NDVI. The control of NDVI, despite needing less irrigation per month needs more water, so the soil moisture increases unlike Soil Moisture. Soil Moisture control, in a long run, does not maintain the value of NDVI, it started with a value of 0.8 and ended with a value of 0.78; on the other hand, the control by NDVI remained at 0.8 at the end of the test month.

In summary, each control has its advantages and disadvantages. Soil moisture control requires to be used in systems where so much NDVI variation does not affect the plants and where it is possible to irrigate very often. For the control by NDVI a sensitive system is required where it affects so much variation of the NDVI value and the irrigation is limited to fewer days.

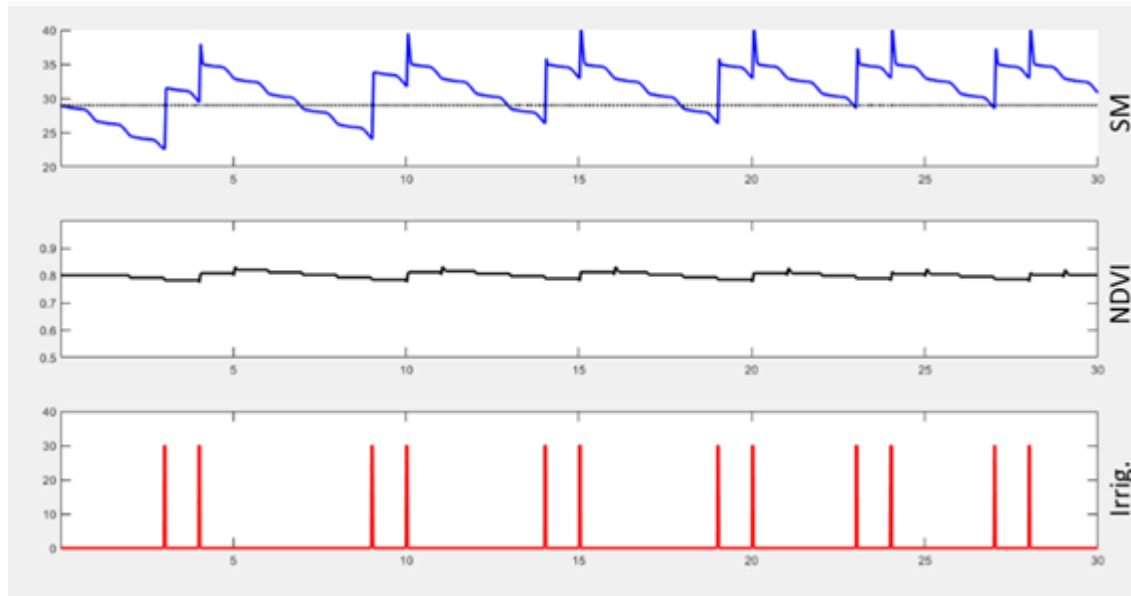


Fig. 11: NDVI Control Irrigation Simulation

Conclusions

This paper proposes the use of a model driven control strategy for precision irrigation using NDVI. Considering that the process dynamics of an irrigation system can be described with the hydrological balance model, evapotranspiration and soil moisture variables can be sensed in order to implement a closed-loop on-off system to keep NDVI under specific thresholds (avoiding water stress), taking as input a SM model driven controller. Besides, once obtained the described controller, a comparison with an already established SM irrigation control was done, to determine the advantages and disadvantages from one the other.

A linear regression has been used in order to estimate the model coefficients. These coefficients have been validated by using direct measurements from the irrigation system. Then the proposed control has been simulated over MATLAB software, in order to evaluate the proposed irrigation method against the SM method. Experimental results indicate that the use of an NDVI control strategy in an irrigation system, achieves a higher NDVI control efficiency, but uses 140% more water than SM MPC model.

Installation is easier for NDVI sensors that are for Soil Moisture sensors. Useful if it is needed to change the location area. Humidity sensors are less expensive than NDVI sensors. The change delay in soil moisture (15 min) is much less than the delay in the change in NDVI level (24 hrs). Moisture irrigation controls perform an indirect measurement of the system, that is, they only measure humidity but they do not measure how efficiently it is being used, while a level control of NDVI makes its measurement directly to the system (plants). The operation of the control depends on the limits taken from the measurements of each parameter, for soil moisture measurements these limits can easily be obtained, but for the NDVI level, being such a slow measurement, these limits have to be proposed. NDVI sensor scope, area range sensed, is significantly wider.

Future work will focus on validation of the proposed model with several distinct datasets and experimental parameters. Also, a cheaper NDVI sensor can be developed in order to lower the disadvantages of the NDVI controller on the “cost” field.

References

- Cowan, T (2018), “RS20515 Precision agriculture: A primer. CRS Report for Congress”, 2000. [Online]. Available: <http://www.ncsonline.org/NLE/CRSreports/Agriculture/ag-97.cfm/>. [Accessed: 13-Mar- 2018].
- CredenceResearch.com (2015), “Precision Irrigation Systems Market is Expected to Grow at the CAGR of 13% During 2015-2022: Credence Research”, 2016. [Online]. Available: <http://www.getnews.info/557980/precision-irrigation-systems-market-is-expected-to-grow-at-the-cagr-of-13-during-20152022-credence-research.html>. [Accessed: 13-Mar- 2018].
- Crumpler B. E. (2004), “Sustainable agriculture in Oklahoma: A study of Oklahoma Cooperative Extension Service needs for precision agriculture education and other obstacles in the adoption of precision agriculture in Oklahoma” Oklahoma State University, 2004.
- Ghosh S., Bell D.M., Clark J. S., Gelfand A. E. and Flikkema P. G. (2014). “Process modeling for soil moisture using sensor network data,” *Statistical Methodology*, vol. 17, pp. 99–112.
- Hipólito MG, Josefina BS, Josep CL, Sans JF, Miquel RC, León JG. (2007), “Efficiency of water usage in plants”, *Investigaciones Geográficas* 43, p. 63-84.
- Hydropoint.com (2018). “What is Evapotranspiration? and why does it matter for landscape health & beauty, sustainability and for your pocketbook”, 2018. [Online]. Available: <https://www.hydropoint.com/what-is-evapotranspiration/>. [Accessed: 30-Apr- 2018].
- Lozoya C., Aguilar A., Roman A. and Castello R. (2016), “Sensor-based Model Driven Control Strategy for Precision Irrigation”, *Journal of Sensors*, vol. 2016, 1-12, 2016.
- WWF (2018), “OVERVIEW”, [Online]. Available: <https://www.worldwildlife.org/threats/water-scarcity>. [Accessed: 13-Mar- 2018].

CLIQUEN: Prevención y Erradicación de Microorganismos en Construcciones Antiguas

Gabriel Ochoa Urtusuastigue

Tecnológico de Monterrey campus Chihuahua

gabriel.ochoa.u@gmail.com

José Luis Medina Quintana

Tecnológico de Monterrey campus Chihuahua

A01561476@itesm.mx

Luis Raúl Gutiérrez Alveláis

Tecnológico de Monterrey campus Chihuahua

A01187837@itesm.mx

Ildhin Estefanía Paz Hernández

Tecnológico de Monterrey campus Chihuahua

A01561560@itesm.mx

Brenda Leticia Rosas Solis

Tecnológico de Monterrey campus Chihuahua

A01566087@itesm.mx

Coautores:

Ines Ivette Espinosa García

Tecnológico de Monterrey campus Chihuahua

iespinosa@itesm.mx

Claudia Palmira Ortega Fierro

Tecnológico de Monterrey campus Chihuahua

claudia.ortega@itesm.mx

Carmen Daniela Montes B.

Tecnológico de Monterrey campus Chihuahua

cgonzalezb@itesm.mx

Silvia Lorena González Fonseca

Tecnológico de Monterrey campus Chihuahua

silvalorena.montes@itesm.mx

Cynthia Lizeth Gonzalez Trevizo

Tecnológico de Monterrey campus Chihuahua

cynthial.gonzalez@itesm.mx

Agradecimiento especial a:

Misiones coloniales A.C.

Temática general: Sustentabilidad y Medio Ambiente.

Resumen

La proliferación de hongos, líquenes y bacterias en patrimonio histórico, es un problema a tener en cuenta ya que se les considera como “Agentes de biodeterioro”. La Asociación Civil Misiones Coloniales, ante la preocupación del gran impacto que tienen los agentes de biodeterioro sobre edificaciones consideradas como patrimonio histórico, colaboró con estudiantes del Tecnológico de Monterrey para encontrar una solución a la problemática. En la actualidad no existen opciones lo suficientemente eficaces en México para detener el biodeterioro de dichos artefactos y edificaciones; las alternativas existentes provienen del mercado extranjero y no están adaptadas a las condiciones ambientales de la región como, por ejemplo, las temperaturas extremas.

El presente trabajo tuvo dos objetivos principales: 1. Aislar e identificar los microorganismos presentes en el templo de “La Sagrada Familia”, y 2. La formulación de un producto capaz de eliminar e inhibir el crecimiento de dichos microorganismos. Esta solución consistió en: Cloruro de Benzalconio, Tetraborato de Sodio (Bórax) y Nanopartículas de Plata (AgNP's) a determinadas concentraciones: 1 mg/lt, 5.7% y 300 ppm respectivamente; las cuales se determinaron dados los resultados de la experimentación con 9 tratamientos distintos. Mediante absorbancia, se midió la tasa de degradación de los pigmentos fotosintéticos por el protocolo de colorimetría a una longitud de onda de 663 nm. El análisis ANOVA mostró que la significancia más importante fue la interacción entre el cloruro de benzalconio y el bórax. Durante las pruebas confirmatorias, la solución inhibió experimentalmente el crecimiento tanto de los micobiontes, como de la bacteria encontrada.

Palabras clave: Liquen, biodeterioro, nanopartículas de plata, bórax, cloruro de benzalconio, patrimonio histórico, inhibición.

Abstract

The growth of fungi, lichen, and bacteria on cultural heritage is a noteworthy issue; given how they are considered “biodeterioration agents”. The Civil Association Misiones Coloniales, concerned with the size of the impact this microorganisms have upon the historical edifications they inhabit, worked in collaboration with students from Tecnológico de Monterrey to find a solution to this problem. The options Mexico has available at The present time are not efficient enough to stop the biodeterioration of the artifacts and buildings; other alternatives originate from foreign markets and do not possess the capability to withstand the harsh environmental conditions of the regions such as intense heat.

This particular work had two main objectives: 1. Isolate and identify the microorganisms present at the temple “La Sagrada Familia” and 2. Formulate a product that was able to eliminate and inhibit the their growth. This biocide solution was composed of: benzalkonium chloride, sodium tetraborate (borax), and silver nanoparticles (AgNP's) with the following concentrations: 1 mg/lt, 5.7% y 300 ppm respectively, which were determined as a result to the experimentation process with 9 different treatments. Through the principle of absorbance, the degradation rate of photosynthetic pigments was measured in accordance to a colorimetry protocol at a 663 nm wavelength. The ANOVA analysis revealed that the interaction between benzalkonium chloride and the borax showed the greatest significance. During the confirmatory tests, the experimental biocide managed to stop the growth of both mycobiont and bacteria.

Key words: Lichen, biodeterioration, silver nanoparticles, borax, benzalkonium chloride, historical heritage, inhibition.

Introducción

Un signo de orgullo nacional en cada país es su herencia y patrimonio cultural. Cada país destina recursos con el fin de proteger las piezas de su historia y darlas a conocer, lo anterior se pone en claro con la existencia de diversas asociaciones y organizaciones a nivel mundial encargadas de las tareas mencionadas como lo es ICOMOS (International Council on Monuments and Sites). Por lo tanto, una de las principales preocupaciones de esta clase de organizaciones y de cada país en general, es identificar estrategias para proteger el deterioro del patrimonio histórico.

La investigación presente profundiza dentro de los mecanismos de degradación, y se centra específicamente en el biodeterioro. El deterioro en los monumentos de piedra por elementos biológicos es de 100 a 10,000 veces más rápido que el que se da por corrosión química o contaminantes atmosféricos (Young, 1996), puesto que los organismos involucrados son capaces de usar la matriz de la piedra rica en sustratos de tipo orgánico e inorgánico como fuente directa de nutrientes (Nuhoglu et al., 2006) y además liberar metabolitos alcalinos, o bien basados en ácidos orgánicos e inorgánicos los cuales son altamente nocivos para la superficie rocosa que habitan. (Mitchell, R. & Gu, J. 2010)

El presente trabajo, es de carácter de investigación realizado en los laboratorios del Tecnológico de Monterrey Campus Chihuahua. La investigación se centra en el desarrollo de un producto capaz de restaurar el templo “La sagrada familia”, el cual fue encomendado por Misiones Coloniales al tener un avanzado estado de biodeterioro. El templo se encuentra en la Hacienda de Bustillos y tiene un gran valor como monumento histórico, además de ser considerado como uno de los más bellos en México; siendo un atractivo turístico principal en la región de Cuauhtémoc. Tomando en cuenta lo anterior, se decidió centrar la investigación en la formulación de un biocida capaz de inhibir y eliminar microorganismos: tema de interés internacional.

La solución se centrará principalmente en los líquenes, quienes son los que causan la mayor parte del biodeterioro, pero también, en menor medida, en hongos y líquenes, lo cuales también suman al deterioro del templo en cuestión. Al tener dentro de la investigación pruebas con bacterias, hongos y líquenes, se está cubriendo un amplio repertorio de agentes de biodeterioro; además, al trabajar con los organismos más agresivos y comunes en el patrimonio histórico (los líquenes) y al mismo tiempo basarnos en la restauración del material de patrimonio arquitectónico más común (los derivados de la piedra), el impacto y alcance de esta investigación podría replicarse en casi cualquier caso de degradación de monumentos a causa de microorganismos.

Desarrollo

Aislamiento y caracterización: Se realizó un análisis de infección en el templo ubicado en la Hacienda Bustillos, Cuauhtémoc. Los organismos predominantes eran, los líquenes. Se tomaron 27 muestras en diferentes partes del templo y fueron rotulados como líquenes, hongos o bacterias dependiendo de la morfología mostrada in situ. Es importante mencionar que finalmente sólo se tomaron en cuenta dos especies de líquenes muestreados, pues fueron los de mayor presencia en el templo. Después del periodo de incubación de los líquenes, cada muestra mostraba más de un posible micobionte, por lo que era necesario aplicar el protocolo de aislamiento. En éste, cada micobionte identificado se volvía a sembrar utilizando un asa estéril de disección para realizar un raspado de las hifas aéreas, las cuales son sembradas por piquete en un nuevo medio nutritivo LB o Sabourard hasta obtener un cultivo axénico. De las especies de líquenes, al principio se identificaron como: “liquen verde olivo” y “liquen negro”. Para identificar a ambos, se realizaron

pruebas bioquímicas para líquenes conocidas como “spot test”. Se basan en la interacción con los reactivos K= Hidróxido de potasio y C=Lejía, debido a la coloración de reacción se puede seguir un patrón para poder determinar el género y especie de los líquenes. Los nombres se mencionan en Resultados. Para la caracterización de los micobiontes provenientes de cada una de las dos especies muestreadas, se realizó por comparaciones bibliográficas y análisis de comportamiento *in vitro* para poder determinar el género y su relevancia en el estudio. El aislamiento de esta bacteria, se realizó por el estriado de 4 cuadrantes sin mucha dificultad de contaminación.

Por otra parte, la bacteria que se asoció con el deterioro aislado en el templo, se sometió a la prueba BBL Crystal, en la que por medio de pruebas bioquímicas se llegó al género de la bacteria.

Formulación química del biocida: Se optó por utilizar biocidas alternativos: cloruro de benzalconio y el tetraborato de sodio, ya que presentan una toxicidad reducida y, por lo tanto, son ecológicamente más responsables, además se cuidó que los componentes no dañen la cantera, que es el material analizado en el templo. El tetraborato de sodio tiene una eficiente actividad biocida y capacidad de penetración muy elevada, mientras que el cloruro de benzalconio, el cual es un compuesto de amonio cuaternario, tiene propiedades antisépticas y desinfectantes. Ambas sustancias fueron obtenidas en casas comerciales. Por otro lado, se sintetizaron nanopartículas de plata (por su potente actividad bactericida prolongada, inhibición del crecimiento de algas y bacterias y ataque de líquenes y hongos) donde se midió la absorbancia de 200 a 600 nm y se establecieron concentraciones de 300 ppm. Para la formulación final, se utilizó una concentración 1 mg/ml de cloruro de benzalconio y 5.7% de tetraborato de sodio (Estas concentraciones se obtuvieron después de la evaluación del análisis estadístico).

Colorimetría: La medición en el espectrofotómetro se hizo comparando la absorbancia (Abs) de la clorofila extraída del liquen verde olivo en ausencia (4 controles) y presencia de la solución formulada (9 concentraciones diferentes). La extracción se realizó por el método de Alcohol-Acetona al 90%; y se seleccionó al liquen verde olivo por ser folioso y el de mayor presencia en el templo. Se midió a 663 nm de longitud de onda. Los datos fueron evaluados estadísticamente.

Análisis estadístico y pruebas confirmatorias:

Para poder presentar el mejor producto posible, se evaluaron los datos obtenidos. Y en base a ellos se generó un análisis estadístico del diseño experimental 3^2 , donde la ecuación de predicción es:
$$\text{Inhib.} = 8.200 - 1.067x_1 - 0.467x_2 + 1.533x_3 - 0.167x_4 + 0.100x_5 + 0.067x_6 + 0.633x_1x_4 + 5.917x_1x_5 - 6.550x_1x_6 - 3.117x_2x_4 + 0.217x_2x_5 + 2.900x_2x_6 + 2.483x_3x_4 - 6.133x_3x_5 + 3.650x_3x_6,$$

Pruebas de inhibición: Se realizaron pruebas para comprobar el efecto biocida de la solución, con los micobiontes y con la bacteria tomada del templo.

Para los micobiontes, se preparó agar LB adicionado con 10% del tratamiento 9 (El tratamiento 9, fue el seleccionado por tener los mejores resultados de inhibición en el diseño experimental). Posteriormente se procedió a resembrar dichos hongos por duplicado: en el agar LB + tratamiento 9 y en agar LB puro + 10% de agua destilada, como control positivo.

Por otra parte, para las pruebas de inhibición en la bacteria, se preparó agar TSA. Posteriormente se procedió a inocular a dicho microorganismo en el agar, mediante la técnica de estría cerrada. Se removió un pequeño círculo del centro del agar con la intención de colocar el tratamiento inhibitorio con mayor eficacia dentro del pocillo generado. Para llevar a cabo lo anterior, se utilizó una micropipeta para añadir 500 uL de la solución en el pocillo. Finalmente se incubó a temperatura ambiente por 24 horas.

Resultados

A partir de la estadía en el templo “La Sagrada Familia”, se registró un total de 27 muestras, dentro de los cuales se catalogó una bacteria y 7 líquenes (verde olivo, rojo, naranja, negro, verde limón, café y blanco); de los cuales se obtuvieron 26 micobiontes, puesto que el equipo decidió enfocarse en estos, ya que se sabe que al inhibir cualquiera de las dos partes de esta asociación se puede eliminar totalmente al organismo completo, y una bacteria que aparentemente había degradado una porción en el templo donde no se encontraban líquenes.

Sin embargo, los microorganismos prioritarios para su identificación taxonómica y futura erradicación fueron los líquenes verde olivo y negro, los cuales fueron identificados como *Parmeliopsis ambigua* y *Aspicilia Americana* respectivamente (debido a su concordancia bibliográfica respecto a tipo de liquen, localización y resultados de pruebas bioquímicas), dado que su colonización en el templo era extremadamente extensa. Por tal razón, los micobiontes se redujeron a 3 géneros: *Alternaria*, *Fusarium* y *Cladosporium*. De igual manera, la bacteria encontrada en “La Sagrada Familia”, identificada como *Bacillus megaterium*, ocupó un lugar preeminente en la caracterización, puesto que tiene un papel fundamental en la degradación de la roca, debido a los ácidos producidos por el metabolismo de este microorganismo.

Colorimetría

Teniendo en cuenta lo anterior, fue que se realizó el experimento de la colorimetría. Recordando un poco la metodología, se evaluaron 2 factores a 3 niveles; por lo tanto se postularon 9 tratamientos distintos. El experimento se realizó con dos réplicas, de modo que en total fueron 18 muestras tratadas y cuatro controles.

La función del protocolo aplicado fue evaluar la degradación de los pigmentos fotosintéticos en el liquen a causa de la presencia de los tratamientos biocidas. Por ello es una buena e indirecta forma de evaluar la eficacia de los tratamientos para matar al liquen, ésto tomando como premisa que a ausencia de pigmentos liquénicos -como la clorofila- el liquen no podrá sobrevivir. Esto lo corroboró en una entrevista directa con el equipo el investigador Sergio Pérez Ortega, un experto en hongos y líquenes en el Real Jardín Botánico de Madrid, España: “si se logran degradar los pigmentos fotosintéticos, el fotobionte morirá, pues ya no podrá producir su alimento y, consecuentemente, el liquen entero sufrirá el mismo destino, puesto que un liquen es una asociación simbiótica, es decir, en la que ambos cooperan para la supervivencia en determinadas condiciones en las que ninguno de los dos podría vivir sin el apoyo del otro”. Es cierto que algunos microorganismos logran sobrevivir sin presencia de clorofila, pero es por ello que la colorimetría funge como medición de la actividad y no como comprobante de su eficacia; pues ella ya está respaldada bibliográficamente por cada uno de sus ingredientes activos. El único riesgo sería la aparición de hongos saprófitos después de la muerte y antes de la remoción del liquen. Pero gracias a la acción fotocatalítica de las nanopartículas de plata, dicho crecimiento se ve menguado e incluso detenido.

Tras realizar este protocolo para extraer la clorofila de los líquenes y exponerla a la solución biocida, los datos de la diferencia de absorbancia entre las muestras y el promedio de los controles, obtenidos por medio del uso de un espectrofotómetro de luz visible, pueden verse representados en la tabla 1:

	B:CLORURO			TOTAL
A:BORAX	bajo	medio	alto	
bajo	15.2	26.3	1.3	42.8
medio	8.9	16.1	21.4	46.4
alto	24.1	7.4	26.9	58.4
TOTAL	48.2	49.8	49.6	147.6

Tabla 1. Resultados del protocolo de colorimetría. Los resultados se miden en absorbancia (Abs) y ya contienen la suma de la réplica.

Retomando el principio de la colorimetría, lo que ésta mide es la absorbancia, es decir, la cantidad de luz que la muestra absorbe dada determinada longitud de onda. Aquí la molécula de interés fue la clorofila a, pues como se menciona en Khan Academy, “la medición importante debe ser con clorofila a, ya que es la principal responsable de la fotosíntesis”. Es por esa razón que se optó el medir a 663 nanómetros (nm), ya que “Las absorbancias se miden a 663 y 649 nm, máximos de absorción para la clorofila a y la clorofila b respectivamente...” (Gainza, M. 2015).

Por lo tanto, al seguir los pasos descritos en la metodología para la colorimetría, se logró contrastar la absorbancia de las muestras tratadas contra los controles. En estos contrastes se observó una notoria degradación de los pigmentos fotosintéticos gracias a los tratamientos. Como se muestra en la tabla 2, el tratamiento 9, en especial, con una diferencia de 26.9 Abs, es el que mostró mayor degradación de los pigmentos fotosintéticos; posicionándose así como el mejor de los nueve tratamientos propuestos.

Análisis estadístico:

Como bien se sabe, el análisis estadístico es una parte fundamental para todo experimento; en este caso sirvió para evaluar si los factores son significativos, y a su vez, cuáles de ellos son más significativos durante la degradación de la clorofila, así como para determinar a qué concentración son más efectivos. De esta manera, se evaluaron 9 tratamientos, los cuales son combinaciones de los 3 niveles de concentración en los componentes tetraborato de sodio y cloruro de benzalconio. Las concentraciones escogidas fueron respaldadas con bibliografía consultada, de igual manera, las nanopartículas de plata se mantuvieron a la cantidad constante de 300 ppm, por el efecto biocida de esta concentración específica contra líquenes y hongos respaldado en bibliografía. Para las pruebas confirmatorias se analizó el protocolo de colorimetría para poder cuantificar la degradación de la clorofila únicamente con el tratamiento de mejores resultados, para poder corroborar la similitud con los primeros resultados.

Como se observa en el apéndice 1, tabla 1, el análisis ANOVA del diseño experimental señaló que tanto la concentración de bórax en la solución como la interacción bórax-cloruro poseen significancia en lo que a erradicación se refiere; considerando que mostraron un F_0 de 5.71, el cual es mayor al F_c de 4.25, y otro de 39.43, el cual, es de igual manera, mayor al F_c de 3.63. Tras haber obtenido estos datos, hubo que proseguir al análisis de las gráficas que se muestran en las figuras 1 y 2 del apéndice 1. La primera ayudó a determinar que la concentración alta de tetraborato de sodio resultó como la más eficaz durante el experimento, mientras que las concentraciones media y alta del cloruro de benzalconio mostraron muy poca variación respecto a sus eficacias. Para eliminar esta confusión, se acudió a la segunda gráfica previamente mencionada para concluir, dentro de las interacciones, qué combinación de los dos factores era más recomendable usar en el producto propuesto; la respuesta fue concentración alta + concentración alta (tratamiento nueve).

El análisis concluyó con la evaluación de las gráficas obtenidas con base a los residuos, referenciadas en las figuras 3, 4, Tabla 2 y figura 5 en el apéndice 1, con las cuales se pudo verificar que los residuos del experimento poseían un comportamiento normal, naturaleza aleatoria, una carencia de correlación y ausencia de varianza constante. Esta información puede encontrarse de manera consecutiva en las figuras previamente listadas.

Por último, para proseguir con las pruebas confirmatorias fue necesario calcular el intervalo de confianza de nuestro diseño experimental. Los resultados se pueden observar en la Figura 6 del apéndice 1, las predicciones se realizaron basándonos en el tratamiento 9 ya que fue seleccionado como el que tuvo mejores resultados. El intervalo de confianza sugiere que la inhibición de las pruebas confirmatorias debería estar en un rango entre 12.04 y 14.85.

Pruebas confirmatorias de colorimetría

Con el conocimiento de que el mejor tratamiento es el 9 (niveles alto-alto y 300 ppm de AgNP's), se hicieron las pruebas confirmatorias de la colorimetría como se describe en la metodología. Los resultados obtenidos fueron muy semejantes a los originales.

En el experimento original, las diferencias de absorbancias de las muestras con tratamiento 9 fueron 14.2 y 12.7 Abs, y de igual forma, en las pruebas confirmatorias las 4 diferencias de absorbancias de las muestras tratadas con el mismo tratamiento fueron: 14.3, 13, 13.2 y 13.7 Abs. Los cálculos demuestran una consistencia que comprueba la coherencia de los resultados; además que las 4 mediciones realizadas entran perfectamente en el rango calculado del intervalo de confianza, el cual es de 12.04 y 14.85.

Los datos obtenidos son consistentes y se puede concluir que las mediciones confirmatorias del tratamiento 9 entran como valores reales dentro del rango establecido en el estudio con un 95% de confianza. Por lo tanto la concentración del tratamiento 9 fue la indicada para realizar la solución final.


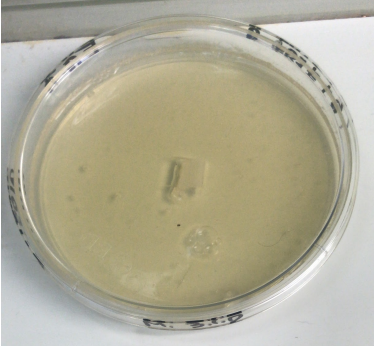
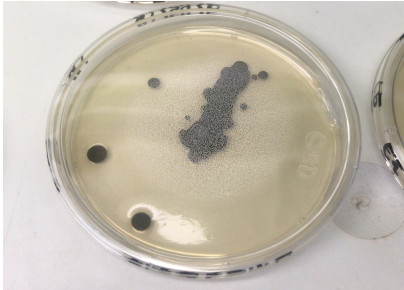
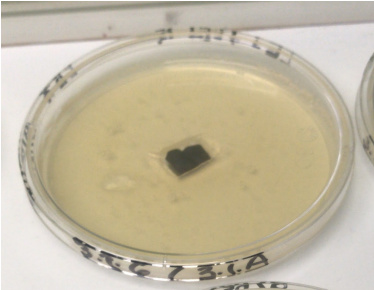
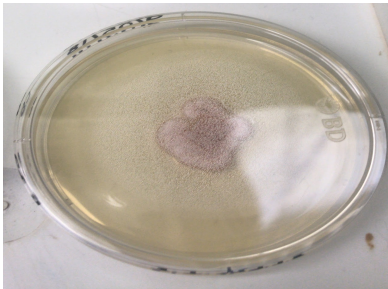
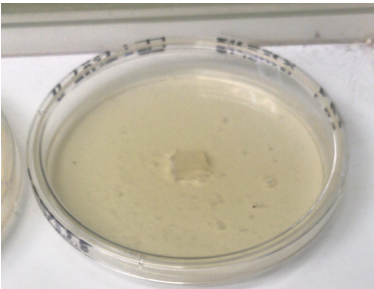
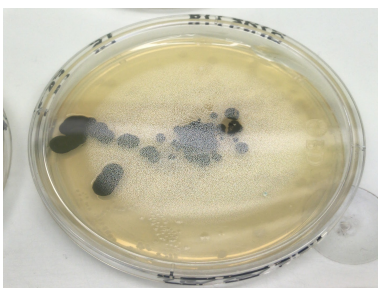
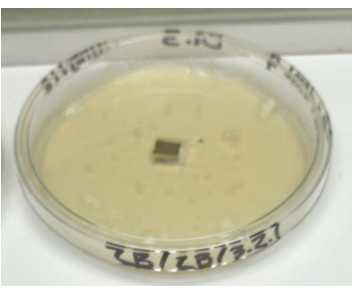
Pruebas de inhibición de micobiontes y bacteria

Se realizaron pruebas con los micobiontes más importantes para conocer los efectos inhibitorios de la solución más eficaz. Los cálculos para dicho tratamiento se planearon para realizar una difusión en 200 ml de agar LB. De esta manera, para no alterar las concentraciones establecidas anteriormente, basando en las mediciones del espectrofotómetro de las nanopartículas, se estimó que para 200 ml se necesitaban 11 ml de nanopartículas en el medio para respetar la concentración de 300 ppm, 2 ml de cloruro y 11.4 gramos de bórax; estas concentraciones se agregaron a 187 ml de agar para completar los 200 ml de medio.

Primero se esterilizaron los 187 ml de medio LB. Terminando el tiempo de esterilización, se agregaron las concentraciones establecidas basándonos en el tratamiento 9, por último, para asegurar la difusión homogénea en agar se sonicó la solución cuidando una temperatura de 50 grados para no correr el riesgo de gelificación del agar. Los 200 ml fueron agregados a las cajas petri para realizar las pruebas de inhibición.

Inmediatamente después de tener las placas petri con medio + tratamiento 9 gelificado, se realizó una resiembra de todos los micobiontes de los líquenes negro y verde olivo. En total se sembraron 9 hongos diferentes, por medio de un corte cuadrado de las muestras crecidas anteriormente. El corte cuadrado se inoculó en el centro del medio con el tratamiento difundido, cada tratamiento se realizó a la par de un control negativo. Después de un periodo de incubación de 5 días en el fotoperiodo (Se incubó de esta manera para simular condiciones ambientales y exposición de luz) los resultados fueron bastante satisfactorios, todos los controles positivos crecieron de manera normal; muy al contrario, todos los agares con difusión del tratamiento 9

fueron inhibidos totalmente. Para confirmar los resultados se dejó por 3 días más, después de este periodo de tiempo se tomaron las fotos de la tabla 2, donde se puede apreciar que los inóculos siguieron sin tener rastro de crecimiento.

Controles positivos (Agar LB)	Agar LB + tratamiento 9
	
	
	
	

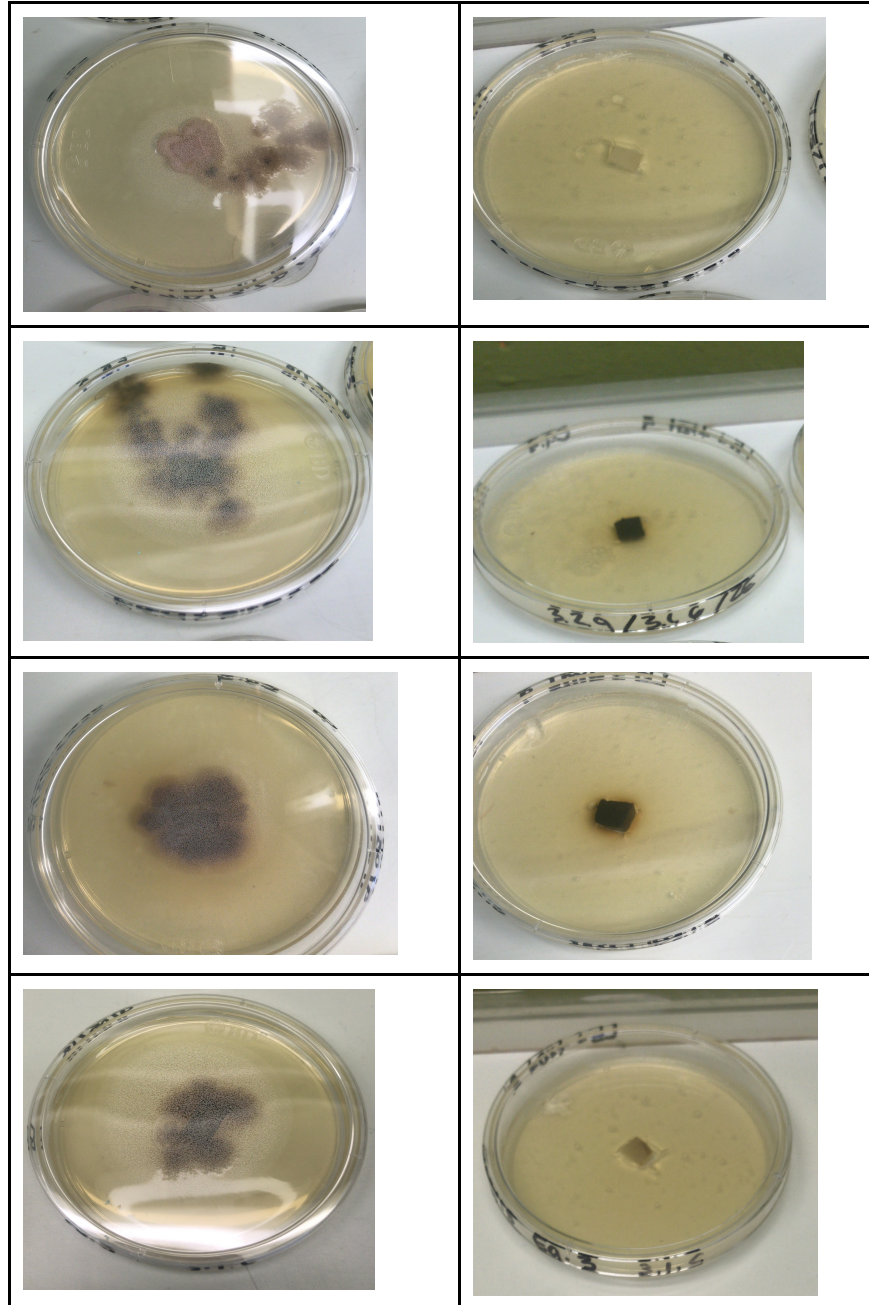


Tabla 2: Resultados de las pruebas inhibitorias en micobiontes. Imágenes del autor. De igual manera, la bacteria inoculada en agar TSA, mostró inhibición puesto que se generó un halo inhibitorio de 3 centímetros. Según, el estudio “Actividad in vitro de *Bacillus* spp.” muestra evidencia donde se comprueba la eficacia de cierto tipos de antibióticos a partir de halos de inhibición mayores a 1.7 centímetros.

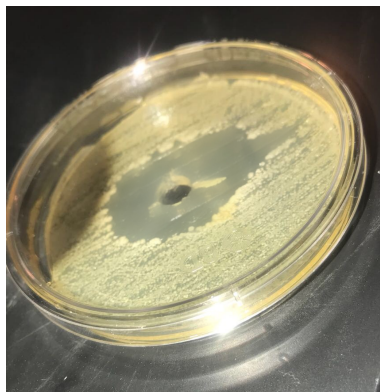


Figura 1. Bacteria sembrada con tratamiento 9; halo de inhibición de 3 cm. Imagen del autor

Conclusiones
El objetivo de creación de una fórmula biocida capaz de erradicar los organismos que se encontraron en el templo de “La sagrada Familia” fue posible gracias al mecanismo de acción de las nanopartículas de plata, el tetraborato de sodio y el cloruro de benzalconio, de los cuales se obtiene la formulación de CLIQUEN®.

Se concluyó que el biodeterioro del templo asignado recae sobre la abundante presencia de organismos liquénicos: en especial *Parmeliopsis ambigua* y *Aspicillia americana*. Por esta razón, el enfoque de los ingredientes de la solución química propuesta, además de tener capacidad fungicida y antibiótica, también tienen acción contra especies liquénicas con resultados favorables. Gracias al análisis de los resultados arrojados por el experimento de colorimetría, la concentración estable y significativa de 300 ppm de nanopartículas de plata y 5.7 % de bórax dentro de la solución, así como la interacción entre este mismo y el cloruro de benzalconio a 1 mg/lit eran los elementos responsables de generar la eficacia de la solución biocida contra los microorganismos de interés. La confianza otorgada por las pruebas fue complementada por el análisis de los residuos (error) obtenidos de los resultados en el análisis estadístico, los cuales demostraron que la fórmula posee la capacidad de inhibir el crecimiento de hongos, bacterias y líquenes; tal como se vio representado en las pruebas de inhibición, donde se impidió el crecimiento de los micobiontes tratados y la bacteria fue incapaz de crecer alrededor del pocillo relleno con CLIQUEN por un radio de 1.7 cm.

Referencias

Gainza, M. (2015). *EL DETERIORO DE LA PIEDRA EN EL PATRIMONIO CONSTRUIDO Y APLICACIÓN DE NANOFORMULACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS MISMOS*. 1st ed. [ebook] Barcelona: Escuela técnica superior de arquitectura de Barcelona, p.Página 3. Available at: https://www.aie.upc.edu/maema/wp-content/uploads/2016/11/GAINZA_Maider.pdf [Accessed 17 May 2018].

Kumar, R. y Kumar, A. (1999). *Biodeterioration of stone in tropical environments: an overview*. The Getty conservation institute, research in conservation, 15, 16, 18-20, 25, 27.

Magnin, L., Lynch, V. and Gracia, R. (2017). *Avances en el estudio de biodeterioro asociado a presencia de líquenes en materiales arqueológicos líticos. La Primavera (Santa Cruz, Argentina)*. [online] Scielo.org.ar. Available at: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-23722017000300002 [Accessed 17 May 2018].

Mitchell, R. y Gu, J. (2010). *Environmental microbiology*. Wiley-Blackwell, 2, 144-146.

Nuhoglu, Y.; Oguz, E.; Uslu, H.; Ozbek, A.; Ipekoglu, I.; Ocak, I. y Hasenekoglu, I. (2006). *The accelerating effect of the microorganisms on biodeterioration of stone monuments under air pollution and continental cold climatic conditions in Erzurum, Turkey*. *Science of the total environment*, 364, 273-274.

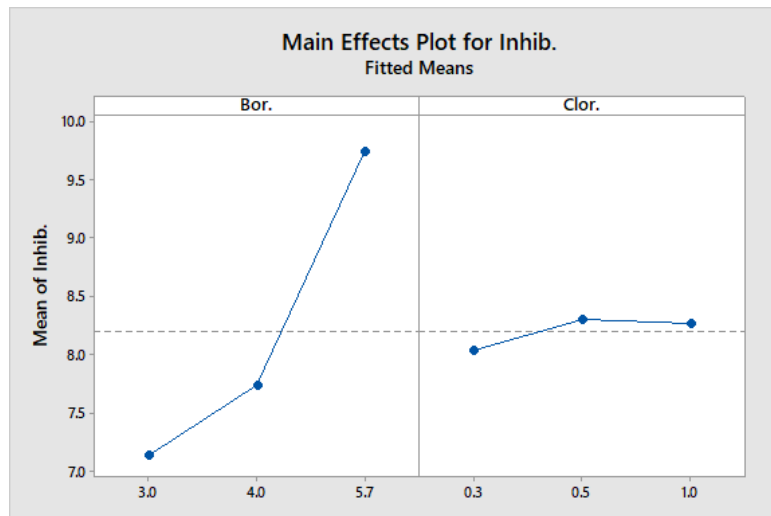
Young, P. (1996). *Pollution-fueled "biodeterioration" threatens historic stone*. *Environmental science and technology*, 30, 206.

APÉNDICE 1

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	8	329.670	41.2087	21.16	0.000
Linear	4	22.493	5.6233	2.89	0.086
Bor.	2	22.240	11.1200	5.71	0.025
Clor.	2	0.253	0.1267	0.07	0.937
2-Way	4	307.177	76.7942	39.43	0.000
Interactions					
Bor.*Clor.	4	307.177	76.7942	39.43	0.000
Error	9	17.530	1.9478		
Total	17	347.200			

Tabla 1: Análisis ANOVA del experimento 3²



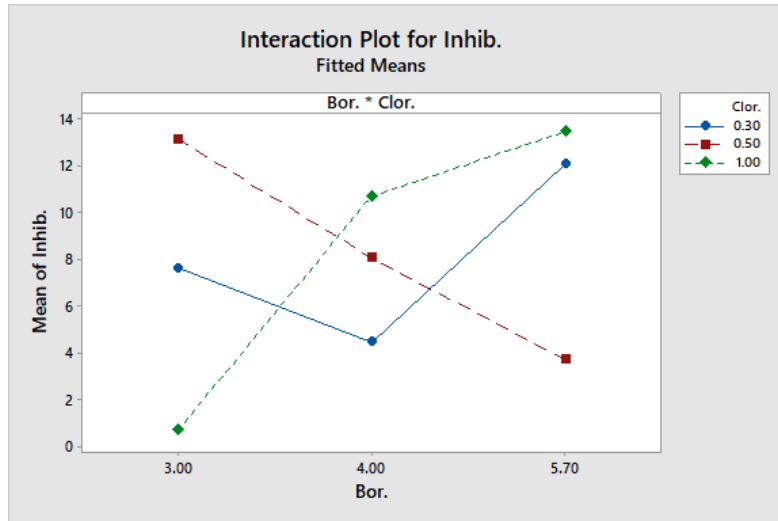


Figura 2. Gráficas de interacción entre la concentración de ambos factores. La mejor interacción puede observarse en el punto más alto de la serie verde

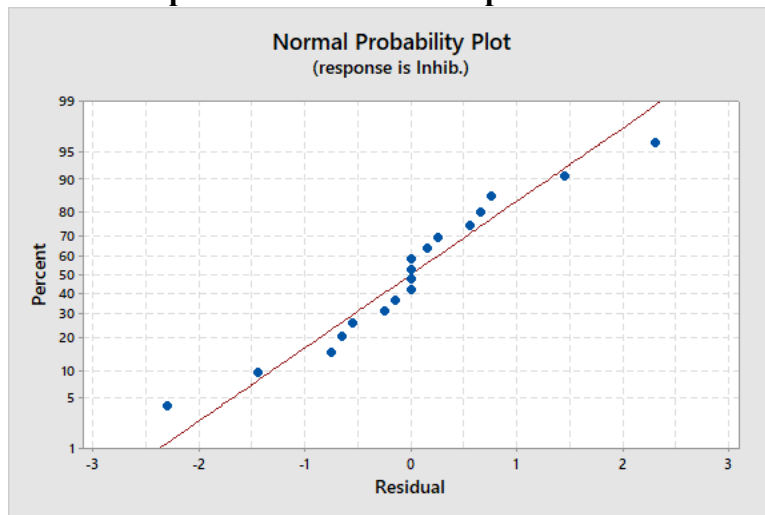


Figura 3. Gráfica de normalidad en los residuos. La forma indica que esto es satisfactorio.

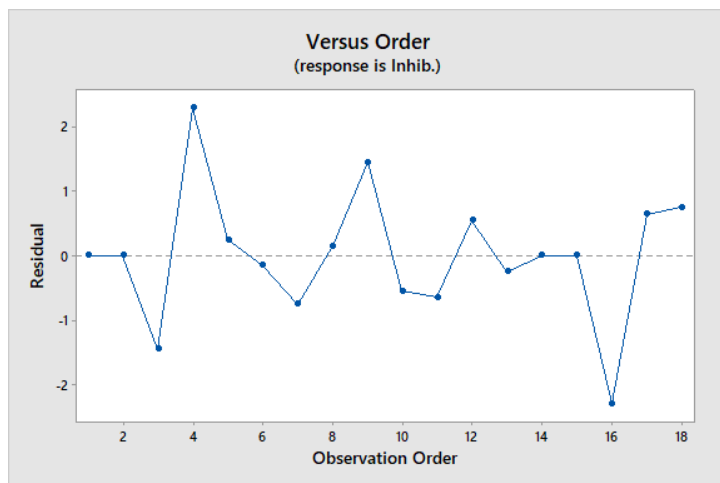


Figura 4. Gráfica representativa de la aleatoriedad en el experimento.

dw0	2.483884769
dL	1.158
dU	1.391
4-dL	2.842
4-dU	2.609

ei	(ei-(ei-1))^2	ei^2
0		0
0	0	0
-1.45	2.1025	2.1025
2.3	14.0625	5.29
0.25	4.2025	0.0625
-0.15	0.16	0.0225
-0.75	0.36	0.5625
0.15	0.81	0.0225
1.45	1.69	2.1025
-0.55	4	0.3025
-0.65	0.01	0.4225
0.55	1.44	0.3025
-0.25	0.64	0.0625
0	0.0625	0
0	0	0
-2.3	5.29	5.29
0.65	8.7025	0.4225
0.75	0.01	0.5625
	43.5425	17.53

Tabla 2. Análisis de independencia residual

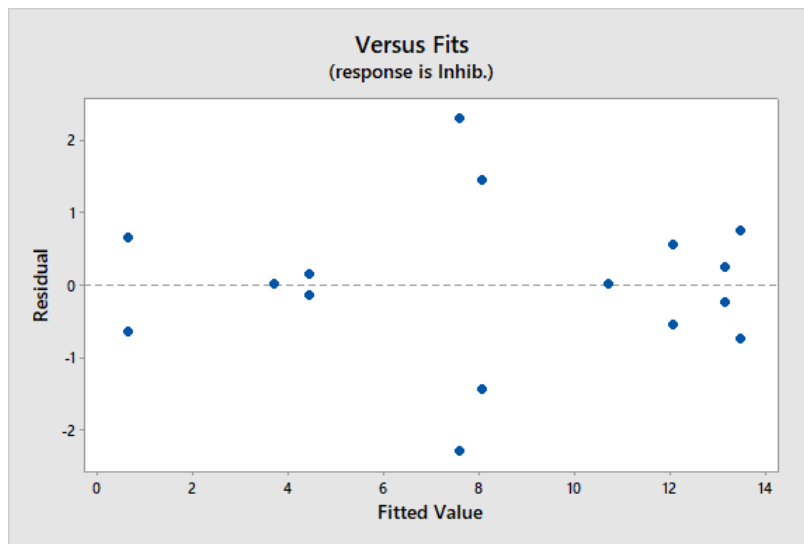


Figura 5. Gráfica de varianza constante en los errores

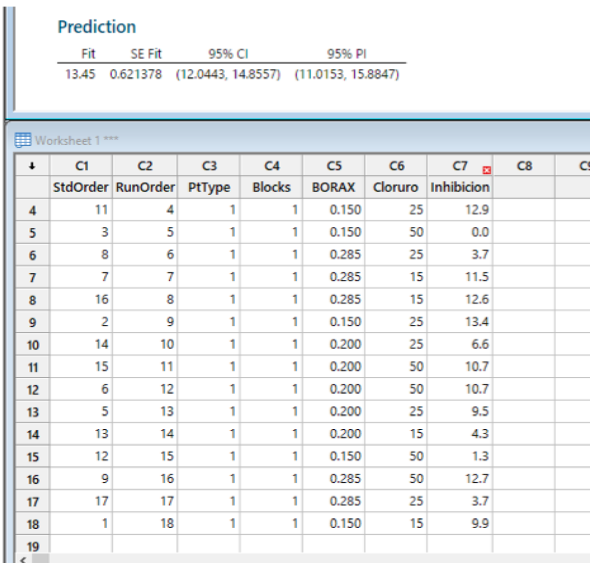


Figura 6. Predicción del diseño experimental e intervalo de confianza.